

كتاب

النقش في الحجر

الجزء الثالث

في

الطبعيات

طبع في المطبعة الادبية في بيروت

سنة ١٨٨٦

طُبِعَ بِالرَّخْصَةِ الرَّسْمِيَّةِ مِنْ نِظَارَةِ الْمَعَارِفِ
الْمَجْلِيَّةِ فِي الْأَسْتَاثَةِ الْعَلِيَّةِ

نَمْرُو ١٣٤٤ تَارِيخُ ١٠ رَبِيعِ الْأَوَّلِ
سَنَةِ ٢٠٢٢

الفصل

حدود

(١) مدار علم الطبيعيات

ذكر في الجزء الثاني ان مدار علم الكيمياء هو المادة والاجسام من حيثية كونها بسيطة او مركبة وغرضه اعادة كل جسم مركب الى المواد التي تتركب منها وكل مادة الى العناصر التي تالفت منها وذلك قسم كبير من علم الطبيعة غير انه في الاصطلاح قد تخصص هذا الاسم للعلم الذي يبحث عن حال الاجسام من حيثية الحركة والسكون فالكيمياء يطلب معرفة تركيب الهواء والماء وغيرهما من المواد التي تقع تحت نظره ولا بهمة كونها ساكنة او متحركة. واما الطبيعي فلا بهمة كون الماء والهواء وسائر المواد والاجسام مركبة او بسيطة بل انما يبحث عن احوالها وافعالها وخصائصها من حيثية كونها ساكنة او متحركة. اي يبحث عن احوال الاجسام لا عن تراكيبها. وكون الجسم ساكنا او متحركا امر كلي الاعتبار اما ترى ان القنبلة المرمية على الارض باردة ثقيلة

وإذا أُلقيت في النار قليلاً لا تتغير مادتها ولكنك لا تستطيع مسها
لأنها تحترق وإذا اطلقتها من مدفع تكتسب سرعة عظيمة تهدم
وتخرب ما نصيبة أي بين القنبلة الباردة والقنبلة الحامية فرق
جزيل وبين القنبلة الساكنة والقنبلة المتحركة تفاوت كلي مع أن
مادتها في الحالتين هي هي لم تتغير بل تغيرت حالتها فقط
إذا رأيت انساناً تغير حاله من البسط والانشراح إلى الحزن
والغم يخطر لك ببال أن تسأل عن علة ذلك التغير وسببه وإذا
رأى الطبيعي المادة غير الحية تغيرت أحوالها كانت ساكنة
فتمركت أو كانت متحركة فسكنت سأل عن علة ذلك التغير وسببه
وقد رأيت في الجزء الاستنتاجي وفي الجزء الثاني أي علم الكيمياء أنه
لا يسوغ التعليل عن امرٍ بغير برهان ولا يُعدُّ برهاناً ما لم يثبت
الامتحان والطبيعي خاضع لهذا القانون كل الخضوع ولا يتقدم
في معرفة علمه إلا بالتجربة والامتحان

(٢) الحركة

الحركة هي الانتقال من حيز إلى آخر مثل حركة الأرض
حول الشمس مرة في كل سنة وبما أن كل الأجسام والمواد
الأرضية تُحمل معاً بواسطة حركة الأرض فهي باعتبار تلك
الحركة كأنها ساكنة بنسبة بعضها إلى بعض مثال ذلك بيوتنا
وجبالنا تحملها الأرض معها حول الشمس وهي متحركة بحركة

الارض ولكنها ثابتة بنسبة بعضها الى بعض اي المسافة بين
بيتي وبيت جاري لم تتغير بدوراننا معاً حول الشمس فلنترك
البحث عن تلك الحركة . وان جلست على كرسي في بيتي اقول
اني ساكن غير متحرك ولو كنت محمولاً مع الارض متحركاً معها
ثم ان قمت اتمشي يصح ان يقال اني متحرك غير اني لاجل ادراك
تلك الحركة بقنضي معرفة عدة امور منها الجهة اي الخط الذي
انا ماش عليه اهو مستقيم او منحني وان كان منحنياً فعلى أية هيئة
من الخطوط المنحنية اي هليجية او دائرة او شلجية او هذلولية
او غير قانونية . ومنها سرعة الحركة اي كم من المسافة اقطع في
وقت مفروض وهذا الامر الاخير اي السرعة كلي الاعتبار من
جهة معرفة حركة جسم . فان مشيت على طريق مستقيمة ساعة
وعند نهاية الساعة قطعت ميلين وعند نهاية الساعة الثانية
انتهيت الى اربعة اميال تكون سرعة المشي ميلين كل ساعة واذا
رايت لمعة نار مدفع على بعد ٦٧٥٠ قدماً ثم بعد ست ثوانٍ
سمعت صوت المدفع اقول $1125 = \frac{6750}{6}$ اي سرعة الصوت
١١٢٥ قدماً في الثانية

هذا اذا بقيت السرعة على ما هي لم تتغير اي اذا كانت الحركة
متساوية

ثم لنفرض باخرةً جارية بسرعة عشرة اميال كل ساعة
دخلت مرفأً فقبلما تلقي مرسيتها تقطع البخار عن آلتها وباخذ

سيرها يبطو تدريجاً حتى تقف تماماً وهذا مثال للحركة المتباطئة
فمعنى قولنا انها جارية بسرعة عشرة اميال كل ساعة هو انها لو
بقيت ماشية على ذلك السير ساعة لفانت المرفاء عشرة اميال
اذا سقط جسم الى الارض من علو يمر على $16\frac{1}{2}$ قدماً
في الثانية الاولى من سقوطه وعلى أكثر من ذلك في الثانية الثانية
وعلى أكثر في الثالثة وهذا مثال للحركة المتسارعة ولو بقي على
حركة الثانية الاولى لقل ان سرعته $16\frac{1}{2}$ قدماً في الثانية
يعبر عن سرعة الحركة على طرق مختلفة حسب ما اصطلحت
عليه العادة فيعبر عن سرعة باخرة او قطار او عربة بكذا او كذا
اميال في الساعة ويعبر عن سرعة قنبلة مدفع بكذا او كذا اقدام او
امتار في الثانية وكذلك يعبر عن سقوط جسم نحو الارض بكذا
او كذا اقدام او امتار في الثانية

(٣) القوة الفاعلة

الجسم الساكن لا يتحرك بدون محرك يحركه والجسم المتحرك لا
يسكن بدون مسكن يسكنه ونسي المحرك الساكن والمسكن المتحرك
قوة فاعلة او للاختصار قوة وكل واحدة منهما مضادة للآخرى
واذا اقتضت قوة شديدة لاجل تحريك جسم نفتضي قوة شديدة
مضادة لتسكينه وما كان شريكه سهلاً كان توقيفه وتسكينه سهلاً
مثال ذلك انك تحرك ليمونة بضربة كفك وتستلقيها وتسكنها

ايضاً بكفك واما الباخرة فتحريكها يستلزم قوة عظيمة وتسكينها يستلزم قوة عظيمة مضادة للاولى فالسهل تحريكه سهل وتسكينه والعسر تحريكه عسر وتسكينه وتري من ذلك ان القوة فاعلة عند ما تسكن حركة كما هي فاعلة عندما تحدث حركة والنتيجة ان كل ما يغير حال جسم من سكون الى حركة او من حركة الى سكون فهو قوة فاعلة او للاختصار قوة

العملية الاولى . لاجل اثبات ما تقدم ذكره وايضاح ذلك ضع عدة حبوب حمص او ما يشبهه في صحن وامسكه بيدك اليمنى ومد ذراعك اليسرى فوق اليمنى ثم اخفض اليمنى نحو قدم ويدك ممسكة بالصحن ثم انهضها بسرعة حتى تصدم اليسرى الممدودة فوقها فتكون قد انهضت الصحن الحامل الحبوب بسرعة ثم سكتته فجأة . اما الحبوب فحرة لم تصد الصدمة حركتها الصاعدة وعند وقوف الصحن تستمر صاعدة حتى تغلب جاذبية الارض حركتها بالصعود فيقع بعضها الى الارض وبعضها الى الصحن

استفدنا من هذه العملية ان تسكين جسم متحرك يستلزم قوة اذ راينا الحبوب استمرت صاعدة لان صدمة الذراع اليمنى باليسرى لم توقف حركتها فاستمرت متحركة حتى غلبت الجاذبية حركتها

العملية الثانية . ثم أعد الحبوب الى الصحن وامسكه باليد اليمنى كما في الاول ولكن اخفض ذراعك بسرعة فيخفض

الصحن على سرعة انخفاضها واما المحبوب فحرة ولا تلحق حركة
الصحن السريعة بالحال بل ثناً آخر عنه قليلاً فتسقط الى الارض
او تدرك الصحن بعد وقوفه

استفدنا من هذه العملية ان جسمًا ساكنًا يستلزم قوةً لتحريكه
لانه لما نزل الصحن لم تنزل معه المحبوب حتى فعلت بها الجاذبية
فتاخرت عنه قليلاً ولولا الجاذبية لبقيت موضعها

فعلنا ما تقدم ان القوة الفاعلة تفعل احد فعلين اي تحرك
جسمًا ساكنًا او تسكن جسمًا متحركًا غير انه كثيرًا ما نرى القوة
الفاعلة لا تفعل مع كونها موجودة حاضرة وذلك ليس لانها ملغاة
بل لان قوةً اخرى مضادةً توازنها . مثال ذلك اذا امسكت
كتابًا بيدك لا يقع الى الارض مع ان الجاذبية فاعلة به ولكن
قوة يدك المضادة تمنع سقوطه اذ توازن فعل الجاذبية واذا رخيته
سقط بالحال ومثل ذلك اذا وُضع على مائدة . اي قوة المائدة
المضادة الجاذبية تمنع سقوطه الى الارض فلك القوتان احدها
الوزن او الجاذبية والثانية الماضدة قوة المائدة او اليد . والمجرب
الموضوع يقرب حافة شاهق لا يسقط لان الارض تحته تقاوم فعل
الجاذبية واذا ادنيته الى الحافة بحيث لا تسنده الارض هبط
بالسرعة فترى ان القوة الفاعلة هي التي تغير حال جسم من سكون
الى حركة او عكسه ولكن كثيرًا ما تمنع فعلها قوةً اخرى مضادة
لها فلا تأتي بشيعة

الفصل الثاني

في القوت الطبيعية العظمى

(٤) الجاذبية أو القوة الجاذبة . انظر الجزء

الاول ثمره ٢٢

قد عرفنا معنى لنظرة قوة في اصطلاح علماء الطبيعة و يقتضي بعد ذلك ان نبحث عن القوت التي تفعل بنا و بسائر الاجسام وعلى آية كيفية تفعل وما هي قوائدها واضرارها . ومن اشهر تلك القوت واوسعها فعلاً جاذبية الارض اي تلك القوة التي تجعل كل جسم ارتفع عن سطح الارض ان يسقط نحو مركزها ونسمي الجهة التي يسقط جسم ساقط اليها اسفل او تحته وعكسها اعلى او فوقاً وكل صعود الى الاعلى عسر لانه ضد فعل جاذبية الارض ومقاوم لها وكل هبوط الى الاسفل سهل لانه يوافق فعل جاذبية الارض ويطاوعه

وقد عرفت ما ذكر في الجزء الاول ان جاذبية الارض للاجسام على سطحها سميت ايضاً جاذبية الثقل او الوزن وهي علة الثقل او الوزن وهي فاعلة على الدوام بلا انقطاع وتجذب كل ما ارتفع عن سطح الارض وكل ما هو على سطحها نحو مركزها واذا ما

سقطنا الى سطح الارض فلان ارض المحل الذي نحن فيه او ما نحن جالسون او راكبون عليه يمنع ذلك اي قوة تضاد قوة ولولم تكن الارض نفسها جامدة لسقطنا الى مركزها اذا وقفنا على سطحها بدون شيء يسكننا كما ان الذي يحاول المشي على الماء يهبط نحو مركز الارض لان الماء ليس بكافٍ لمقاومة قوة الجاذبية لسهولة حركة دقائق بعضها على بعض وهذا النوع من الجاذبية يفعل على ابعاد محسوسة اي لا يستلزم ان يكون الجسم ملامس الارض او قريباً اليها

(٥) جاذبية الالتصاق

هذا النوع يمتاز عما ذكر بكونه واقعا بين دقائق مادة واحدة على بعد غير محسوس وقد تكون شديدة وقد تكون ضعيفة مثال الشديدة الجاذبية الواقعة بين دقائق حجر او دقائق قطعة حديد او سلك حديد او نحاس فانه يعسر فسخ تلك الدقائق بعضها عن بعض كما يظهر اذا حاولت كسر حجر او حديد او فسم سلك حديد او خيط متين ومثال الضعيفة الجاذبية الواقعة بين دقائق قطعة خبز او قطعة لحم او سيال كالماء فان فصل دقائق هذه المواد بعضها عن بعض سهل جدا ومتى انفصلت انغلبت جاذبية الالتصاق بين دقائقها ولا تعود الا في السوائل والمائعات لان هذه الجاذبية كما تقدم لا تفعل الا على ابعاد غير محسوسة اما

المجاذبية العامة فنقلها واصل الى القمر وهو على بعد ٢٤٠.٠٠٠ ميل عن الارض

ومن خصائص جاذبية الالتصاق انها تجعل للاجسام هيئة كروية اذا كانت دقائقها سهلة الحركة بعضها على بعض كما سيأتي في الكلام عن المائعات فترى قطرات الماء على الهيئة الكروية في الندى والمطر

(٦) المجاذبية الكيماوية او الكيمية او الالفة

الكيمية (انظر الجزء الاول صحيفة ١٠٥)

جاذبية الالتصاق واقعة بين دقائق مادة واحدة مركبة كانت او بسيطة مثل دقائق الحديد والنحاس والماء الخ اما المجاذبية الكيمية فبين مواد مختلفة وقد ذكرت لها امثلة كثيرة في الجزء الثاني منها ما قبل عن اتحاد غاز الاكسجين مع الفحم اذا اشتعل حتى يتكون غاز الحامض الكربونيك اعني بين الفحم اي الكربون والاكسجين الفة وكل واحد منهما يجذب الآخر لنفسه فيتحدان ويتكون من اتحادهما مادة أخرى جديدة مختلفة عن عنصريها ولا شك بخطر لك ببال امثلة كثيرة لهذا النوع من المجاذبية

(٧) فعل هذه القوات وفوائدها

ربما يشتهي الحامل حملاً ثقيلاً ان يبطل فعل المجاذبية او

يطلب عدم وجودها والصاعد في جبل يتشكى منها قائلاً لولاها
 لصعدت هذا الجبل بسهولة دون تعب ولا مشقة. ذلك صحيح.
 وكذلك لو قفز قنزة عن سطح الأرض لما رجع إليها لولا الجاذبية
 ولما ثبت شيء على سطح الأرض. نعم يفقد الوزن والثقل وينهض
 أكبر الأجسام بسهولة. وإذا بقيت الأرض على دورانها اليومي
 وفقدت الجاذبية دقيقة واحدة خرب كل ما هو على سطح البسيطة
 وطارت الأجسام ونحن معها في المجوول لولا الجاذبية لما ثبت القمر
 في فلكه بل طار نائماً ولم تثبت الأرض في فلكها ودورانها حول
 الشمس بل طارت لا نعلم إلى أين نائمة بين النجوم والأفلاك
 أما جاذبية الالتصاق فلولاها لانحلّت كل الأجسام غباراً
 وما انصفت دقائقها بعضها ببعض وصارت الأخشاب والحديد
 وكل المعادن والليوت والابنية المشيدة والآثاث أجسادنا أيضاً
 هباءً منثوراً لعدم وجود تلك القوة التي تجعل دقائق المواد
 ملتصقة حتى يصير لها قوام وثبوت

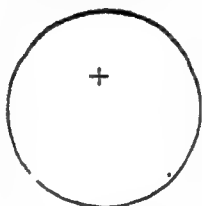
ولولا الجاذبية الكيميائية لما تركبت مادة مع أخرى ولا تكون
 ماء ولا نار وما وجد الأعدة عناصر منفصلة جوامد وغازات ولما
 تكونت أجسادنا لانها مركبة من عناصر اتحدت بالجاذبية الكيميائية
 ولو انحلت تلك الجاذبية وفقدت لانحلّت أجسادنا وسقط بعضها
 اتربةً وطار بعضها غازات

الفصل الثالث

في فعل الجاذبية

(٨) مركز الثقل

قد تعلمت من الجزء الاستفتاحي معنى الوزن والثقل
وذكرت في الفصل السابق القوة الجاذبة او الجاذبية العامة بين
القوات الطبيعية العظيمة فلنبحث قليلاً عن كيفية فعلها
العملية الثالثة خذ . قرصاً من التنك او من التونيا او من



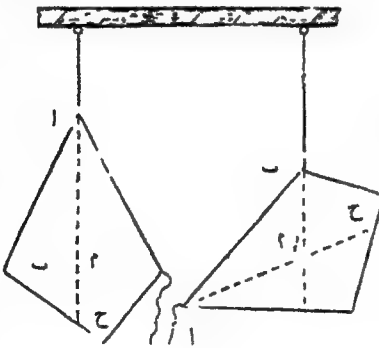
اسكل الاول

لوح خشب على غلاظة واجدة في
كل اجزائه واثقبه في مركزه ثم
علقه على دبوس او مسمار نافذ في
ذلك الثقب وارسم عليه علامة كما
في الشكل الاول فترى القرص

يهدأ على المسمار كيفما وضعتة اي ان وضعتة بحيث تكون العلامة
فوق المسمار او تحته او على احد جانبيه . ثم الصق موضع العلامة
خردقة بواسطة قطعة صغيرة من الشمع فترى ان القرص لا يعود
يهدأ على المسمار الا اذا كانت الخردقة تحت المركز تماماً حتى اذا
رسمت خطأ مستقيماً من المركز الى وسط ملزق الخردقة يكون
ذلك الخط عمودياً على سطح الارض اي لو أخرج على استقامته

لا تنهى الى مركز الارض تماماً . والتعليل عن المحالين هو انه في
الحالة الاولى تكون جميع اقسام القرص حول المركز على وزن
واحد والارض اذ ذاك تجذب جميع الاقسام على سواء اي بقوة
واحدة فيبدأ القرص كيفما وضعت . واما في الحالة الثانية فصار
القسم الذي فيه المخدقة اثقل وزناً من سائر اقسام القرص اي
فيه مادة أكثر فتجذبه الارض بقوة اشد كما تعلمت من الجزء
الاول اي ان جاذبية الارض للجسام هي بالنسبة الى مقدار
مادتها اعني كلما كانت المادة أكثر كانت المجاذبية لها اقوى
(انظر الجزء الاستنتاجي نمرة ٢٢ فصاعداً)

ثم خذ قطعة من لوح نك او حديد او خشب شكله غير
مستطع اعني بعض اضلاعه اطول من البعض كما في الشكل الثاني
وعلقه بحيط من
الزاوية ا وبعد
ما يستقر ا رسم
عليه خطاً مستقيماً
على استقامة الحيط
فيكون عمودياً على
سطح الارض وليكن
ا م ثم علقه من



الشكل الثاني

الزاوية ب وارسم خطاً مستقيماً على استقامة الخط فهو ايضاً عمودي على سطح الارض وليكن ب م فتري الخطين يتقاطعان في النقطة م وهكذا ان علفت اللوح من اي قسم كان من محيطه ورسمت خطاً على استقامة خيط تعليق اي عمودياً على سطح الارض تتقاطع تلك الخطوط في النقطة م وتلك النقطة تكون ابداً تحت نقطة التعليق عمودياً وان علقته من تلك النقطة يهدأ على اي وضع وضعت عليه مثل القرص في العملية الاولى كان كل وزنه مجتمع في النقطة م وتلك النقطة نسميها مركز الثقل واذا علق جسم من اي شكل كان بنقطة منه يستقر على الوضع الذي فيه يكون مركز ثقله او طاً ما يمكن

(٩) اذا وصل بين جسمين غير متساويين بفضيب كما في الشكل الثالث يكون مركز الثقل اقرب الى اكبرها واذا سندت الفضيب على تلك النقطة اي نقطة ر يتوازن



الشكل الثالث

الجسمان لان الجاذبية فاعلة بالسواء عليهما لكون مقدار المادة على الجانب الواحد من تلك النقطة يعدل ما على الجانب الآخر منها وهذا هو مبدأ اصطناع القبان كما هو واضح لاقول نامل والميزان ايضاً على هذا المبدأ اي مقدار المادة على الجانب الواحد من سمار القب يعدل المقدار الذي على الجانب الآخر منه

فيكون مركز الثقل متوسطاً بين الكفتين وإذا زاد العيار في
كفة واحدة نُقل مركز الثقل نحو تلك الكفة وهو يطلب الموضع
الاولاً حتى يقع عمودياً تحت نقطة التعليق فتهبط تلك الكفة
ولولا اصابها الارض او ما وُضع الميزان عليه لمهبطت حتى تقع
عمودية تحت المسار

العملية الرابعة . خذ ميزاناً مضبوطاً اي كفتاه متوازتان
حتى يبقى قفه مستعرضاً اذا ترك لنفسه لتساوي مقدار المادة علي
جاني المسار وتساوي المجاذية للجانبين فيكون مركز ثقل الميزان
نقطة استناد المسار على القنيز او على العمود ثم ضع في احدى
كفتيه حجراً فيُنقل مركز الثقل نحو ذلك الجانب وتهبط تلك
الكفة ثم ضع في الكفة الاخرى عياراً حديدياً فاذا كانت مادته
اكثر من مادة الحجر يُنقل مركز الثقل الى جانبه فتهبط تلك
الكفة وان كان مادة العيار مساوياً لمادة الحجر يعود مركز الثقل
لنقطة الوسطى اي نقطة استناد المسار فتعود الموازنة وإذا كان
وزن العيار رطلاً فنقول ان وزن الحجر رطل اي مقدار المادة فيه
يوازن مقدار مادة في رطل من حديد فتجدهما الارض على السواء

الفصل الرابع

احوال الهوى الثلاثة

(١٠) . (انظر الجزء الاول نمرة ٥٠)

قد ذكرنا آنفاً بعض فوائد القوى الطبيعية اى انه لولا الجاذبية العامة لما ثبت الكون الكائن ولولا جاذبية الالتصاق لما بقي جسم بل تحول الكل غباراً ومن الجهة الاخرى يسوغ القول انه لو غمّت جاذبية الالتصاق كل المواد لما ثبت الكون الكائن تقريباً ولما صلحت الدنيا مسكناً للبشر لانه حينئذ ما وجدت مائعات ولا غازات لا ماء ولا هواء ولا مرظاهر ان لولاهما لما صلح هذا العالم مسكناً للجنس البشري

وذكرنا ايضاً انه بين دقائق الحجر ودقائق الحديد والنحاس الخ جاذبية التصاقية شديدة يعسر علينا غلبتها اما الماء والزئبق فيبين دقائقها جاذبية التصاقية ضعيفة يسهل علينا غلبتها وبأخف ضربة نفرق دقائقها الى كل جهة غير ان الجاذبية الالتصاقية ليست معدومة من بين دقائقها بالتمام بل بقي شيء منها كما يتضح من هاتين العمليتين

العملية الخامسة . صب شيئاً قليلاً من الزئبق من قنينة

مرتفعة نحو علو قدم على بلاطة او على مائدة او على لوح زجاج
 فيتفرق قطعاً قطعاً وكل قطعة تكون كروية الشكل وهذا يحدث
 ايضاً اذا ضغطت نقطة زئبق باصبعك على سطح صلب مستوي
 اي تفرق قطعاً كروية واذا ضغطتها بلوح من الزجاج تراها
 تنسطح بالضغط ثم عند رفعه تعود كروية الشكل كما كانت
 وذلك برهان على ان تلك النقط الصغار بين دقائقها جاذبية
 الالتصاق وان كانت ضعيفة

العملية السادسة . بل اصابع يدك بماء ورشه على سطح
 مدهون بزيت او دهن ان كان سطح زجاج او لوح او بلاطة فكل
 نقطة تاخذ الهيئة الكروية مثل نقط الزئبق في العملية السابقة
 ولولا شيء من جاذبية الالتصاق بين دقائقها لما اخذت تلك
 الهيئة فترى ان بين دقائق المائعات جاذبية التصاقية ضعيفة
 ولولا كونها ضعيفة لما كانت مائعات بل جوامد

اما الغازات او الالهوية فمعدومة جاذبية الالتصاق بين
 دقائقها ولا ميل لها للاقتراب بعضها الى بعض بل بالعكس تميل
 الى الطيران والابتعاد بعضها عن بعض ولولا وجود قوة تمنع
 تفرقها لتفرقت ولطافتها اي كونها غازات متوقفة على ميل
 دقائقها للابتعاد بعضها عن بعض واذا غلب هذا الميل بالبرد
 والضغط كما رأيت في الجزء الثاني فنحول بعض الغازات مائعات
 كما ان المائعات نحول غازات بالحركة

فالمهوى اذا ظاهرة على ثلاث هيئات الجامد والمائع والغاز
وكل هيئة لها خصائص تميزها عن قسيميها

(١١) الجسم الجامد

هو كل ما يقاوم فعل من حاول تغيير هيئته ويبقى على
الهيئة التي هو عليها دائماً وعلى جرمه ان لم يعامل بالعنف والقوة
الشديدة مثل قطعة خشب او حديد او حجر الخ

(١٢) المائعات

المائع هو ما ليست له هيئة خصوصية بل يأخذ هيئة الوعاء
الذي وُضع فيه ويبقى سطحه افقياً ولكنة يحافظ على مقدار او
جرمه مثل الماء والعرق والزيت الخ فان هذه المواد اذا وُضعت
في وعاء اسطواني تلبس جدرائه وتأخذ هيئة وكذلك اذا
وُضعت في وعاء مربع ولكنك لا تستطيع ان تضع رطل ماء
او رطل زيت في وعاء سعته درهم اي لا بد من المحافظة على جرمه
ولكنه لا يبالي بالهيئة

(١٣) الغاز

الغازات مثل المائعات لا هيئة خصوصية لها وتأخذ هيئة
الوعاء الذي وُضعت فيه ولكنها لا تحافظ على مقدارها وجرمها
مثل المائعات لانها قابلة للانضغاط حتى اذا ملأت وعاء بسع

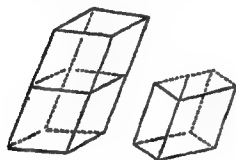
رطلاً تُقهر بواسطة الضغط المناسب حتى تدخل وعاء يسع وقبة
خلاف المائع فانه لا يمكن قهره حتى يصغر جرمه بما يعتبر كما
تعلمت من الجزء الاستفتاحي نمرة ٢١

الفصل الخامس

في خصائص الجوامد

(١٤) يمتاز الجامد بكونه محافظاً على هيئته او
شكله لنفسه ويشغل حيزاً معيناً ولا يطاوع شكل ما
وُضع فيه وذلك يتضح من هذه العملية

العملية السابعة . خذ قنبنة تسع وقبة ماء بالتام وكأساً يسع



شكل ٤

وقبة ماء بالتام فاذا ملأت
القنبنة يأخذ الماء هيئة شكل
القنبنة ثم اذا افرغته الى
الكأس يملأها تماماً ويأخذ
هيئة شكلها ولكن اذا اخذت

قطعتين من الخشب على هيئة واحدة او شكل واحد كما في الشكل
الرابع مختلفتين جرمًا لا نستطيع ان ندخل الصغيرة في الكبيرة

ولو كانت اصغر جرماً . اي الجامد الحقيقي يحفظ هيئته وجرمة
 وربما يقول قائل ان العجين جامد ولكنه يأخذ هيئة الوعاء
 الذي وُضع فيه وما ملأ منه وعاء يسع وقية مثلاً يمكن ادخاله
 قهراً الى وعاء اصغر . فنجيب ان العجين ليس بجامد حقيقي بل كتلة
 جوامد دقيقة اي حبوب الدقيق عائمة في ماء قليل مثل دقائق
 التراب العائمة في ماء فتصير وحلاً وطيناً وما كان على هذه الصفة
 سعى لزجاً ويعتبر في كل نوع الوقت لانه لا يثبت مثل الجامد
 الحقيقي ولا يعود الى حاله سريعاً بعد التغير مثل المائع بل
 بعد حين

واما احتمالة الضغط وتصغير الحجم فلوجود هواء فيه ينفثه
 واذا ضغطته خرج الهواء وبقي الجامد الحقيقي على جرمه الاصلي
 اي كل حبة من الدقيق باقية على شكلها وعلى جرمها الاصلي
 تنبيه - اذا قلنا العمل الفلاني غير ممكن او غير مستطاع
 يكون المعنى مراراً عديدة انه لا يستطاع الا بعنف شديد او
 بتكلف فوق الطاقة - مثاله نقول ان الماء لا يُضغط والمعنى
 انه لا يُضغط الا بما لا طائل تحته وذلك بعنف شديد كما تعلمت
 من الجزء الاستفاحي نمرة ٢١ واذا قلنا ان جسر حديد لا يقبل
 الالتواء المعنى انه لا يقبل الالتواء بما يُشعر به الا بعنف شديد
 او بقوة وتكلف فوق الطاقة اعتيادياً وذلك يتضح بالعمليات
 الآتي ذكرها

العملية الثامنة . اذا اخذت قضيب حديد غليظاً وحاولت كسره بمطرقةٍ تعجز عن كسره بضربة واحدة واثنين ثم اذا علقته باحد طرفيه وحاولت مغطه بتعليق ثقل من طرفه الآخر تجد انه لا ينمط بها يشعر به . واذا امسك رجل نشيط باحد طرفيه وآخر بطرفه الآخر وحاولا قتله لا يستطيعان قتله بما يشعر به . واذا وقف على طرفه ووضع ثقل عظيم على طرفه الآخر ترى انه لا ينضغط بما يشعر به . واذا أسيد من طرفيه وعلق ثقل من وسطه ترى انه لا يلتوي بما يشعر به . غير انه لو زدت القوة كثيراً لظهر انه انمط بالثقل المعلق به والتوى بالثقل المعلق بوسطه وانتقل بالبرم من طرفيه وانضغط بالكبس عليه ولو استطعت ان تقيس القياسات المجزئة الصغيرة لظهر كل ذلك عقيب استعمال قوة ليست شديدة لان مقدار المغط والقتل والضغط والالتواء هو بالنسبة الى القوة الفاعلة . ان كانت ضعيفة فالفعل ضعيف غير ظاهر وان كانت شديدة فالفعل ظاهر ومن جملة اغراض علم الطبيعة استعمال النسبة بين القوة المستعملة والنتيجة المطلوبة اي كم من القوة يقتضي لاحداث نتيجة مفروضة او كم من المقاومة نستلزم لاحتمال فعل قوة مفروضة . مثال الاول شد كم رطلاً او كم راس خيل يقتضي لرفع كمية مفروضة من الماء الى علو مفروض ومثال الثاني كم يقتضي ان يكون غلط جسر لاحتمال ثقل مفروض ولا يسعنا هذا المختصر الا التلميح بذلك بغاية الاختصار ومن اراد

الزيادة فليطلبها في المطولات

(١٥) العملية التاسعة - الانحناء - خذ جائراً خشبياً



شكل ٥

عرضه أكثر من غلظه واسند
من طرفيه على سطح العريض
أي وهو موضوع على عرضه وعلق
من وسطه ثقلًا فترأه ينحني وإذا
شدت خيطًا بين طرفيه وقست

البعد العمودي بين وسطه والنخيط فلك قياس الانحناء (شكل ٥)
ولنفرض الثقل عشرة ارطال وقياس الانحناء قيراطًا واحدًا وإذا
ضعفت الثقل أي جعلته عشرين رطلاً تجد قياس الانحناء قيراطين
تقريباً أي الانحناء هو بالنسبة إلى الثقل تقريباً أعني إذا ضعفت
الثقل ضعفت الانحناء وإذا ثلثت الثقل ثلثت الانحناء تقريباً

العملية العاشرة . ثم ضع الجائز نفسه على حرفه واسند
وعلق عليه ثقلًا كما في الأول فترى أنه لم ينحني إلا قليلاً أي
في الحال الأول قاوم فعل الثقل غلظ الجائز وفي الثاني قاومة
عرضه

(١٦) متانة المواد

إذا قصد بان أن يلقي سقف بيت على جوائز خشب أو

حديد او ان يبنى جسراً من جوائز خشب او حديد فوق هوة او
 نهر تراه يضع تلك الجوائز على حروفها لا على عروضا لعلها
 بالامتحان انها اقوى على ذلك الوضع وامتن ولا يسوغ له ان يخسر
 شيئاً من المتانة بالوضع غير المناسب وينبغي على الباني ان يبنى سقفاً
 او جسراً او قنطرة ان يكون خبيراً بمتانة المواد التي يستخدمها
 وكم تحمل من الشد او الثقل او الرفس حتى لا يفرط في المواد
 من جهة ولا يوهن عملة من الجهة الاخرى

ومن المبادي التي تقررت عند علماء فن البناء بعد
 الامتحانات المدققة ان يجعل السقف او الجسر او الجدار على
 متانة هي خمسة او ستة امثال المتانة اللازمة لحمل ما يلقى عليه
 اعني اذا علم انه لا يلقى على جسر او على سقف ثقل يزيد عن
 ١٠٠ قنطار مثلاً ينبغي ان يجعل ذلك السقف او ذلك الجسر
 على متانة تحمل ٥٠٠ او ٦٠٠ قنطار وسبب ذلك هو انه اذا
 مر على جسر او وضع على سطح بيت حمل ثقل ربما بحملة الجسر
 او السطح بدون ان يهبط تماماً ولكنه يخط اي ينحني واذا كان
 خفيفاً بالنسبة الى متانة الجسر يعود الجسر الى اصله بعد رفع
 الثقل عنه واذا كان مقارباً لا قضي ما بحملة ينحني ثمة الجسر
 ولا يعود الى اصله تماماً بعد رفع الثقل عنه ثم ان فعل ذلك
 ثانية ينبغي ايضاً ولا يعود الى ما كان عليه بعد رفع الثقل وعلى
 هذا النسق ثقل المتانة كل مرة واخيراً يهبط تماماً ويبني على

ذلك هذه القاعدة وهي ان لا يسمع الباني بالانحناء سقف او جسر
 بما يفوت درجة العود التام الى اصله بعد رفع الثقل عنه ومراعاة
 لهذه القاعدة يجعل متانة الجسر او السقف خمسة اوسنة امثال
 ما يكفي لاحتمال اقل ما يُزعم انه يلقى عليه حتى لا يخشى من
 قوات درجة الانحناء درجة العود التام الى اصله

(١٧) العرك

اذا وضعت حمل حجارة على نورج بعسر على الفدان جرة
 بسبب العرك بين النورج والارض ولو وضعت تلك الحجارة
 نفسها على عجلة لجرها راس خيل لتقليل العرك بواسطة العجلات
 ولومشت العجلات على حديد كما في سكة الحديد لجرها رجل
 لسبب قلة العرك ومعنى العرك هو تلك القوة التي تقاوم تحريك
 ثقل على سطح وبهم الآلاتي كثيراً ان يتخذ كل الوسائط الممكنة
 لازالة العرك او تقليله اذا لم تكن ازالته ممكنة

وللعرك فوائد ايضاً كما رأينا لسائر القوات الطبيعية
 ولولا لعسر علينا المشي اي لوزال العرك بين رجلك والارض
 لاصبحت مثل الماشي على الجليد الزلق وكنت في اشد خطر الزلق
 كل لحظة وبعض صعوبة المشي على الرمل هو لقلة العرك
 بسبب سهولة ازاحة الرمل من تحت الارجل ولولا العرك لما
 قدرنا ان نمشي على سطح مائل ولا هذا شيء على سطح مائل بل

زلق الى اسفله بسرعة

الفصل السادس

في خصائص المائعات

(١٨) المائعات تحافظ على اجرامها اي لا تقبل

الانضغاط او تصغير الحجم

ان ضغط القطن المندوف يصغر حجمه حتى يقبض بالكف
علي ما ملاً سلة قبل . اما المائعات فليس كذلك ومهما ضغطتها
لا يصغر جرمها بما يشعر به

العملية الحادية عشرة . خذ انبوبة متينة مثل انبوبة حقنة
معدنية واضبط اسطوانتها حتى لا يفلت الماء من جانبها واملاً
الانبوبة ماء وسد ثقبها وحاول تنزيل الاسطوانة فوجد انك
لا تستطيع ذلك بكل قوتك وربما تنفجر الانبوبة بالعنف ولا
تنزل الاسطوانة اي لا تستطيع ان تصغر جرم الماء في الانبوبة
حتى تنزل الاسطوانة فيها ولو وضعت في الانبوبة قطناً او
فليناً او صوفاً لضغطته اي صغرت جرمه بكل سهولة

قد وُجد بعد الامتحانات المدققة ان الماء ينضغط
من جرمه بواسطة ضغط يعادل ثقل ١٥ ليبرا لكل قيراط مربع

من سطحه والزئبق ينضغط بذلك ٥..... من جرمه ولا يثير
ينضغط بذلك ١٢٣..... من جرمه ومتى رُفع الضغط عاد
المائع الى جرمه الاول

(١٩) المائعات تنقل ضغطاً . اعني اذا ضغط
مائع من جانبٍ قل ذلك الضغط الى جامدٍ متصل
بجانبه الآخر

العملية الثانية عشرة . خذ اسطوانتين متصلتين من اسفلها
كما في الشكل السادس واحصر فيها ماء
فان انزلت الاسطوانة الواحدة ارتفعت
ال اخرى في الانبوبة الاخرى اي نقل الماء
حركة الاسطوانة الواحدة الى الاخرى
واذا وضعت ثقلاً وزنة خمسة ارطال على

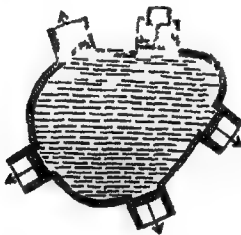


الشكل ٦

راس الاسطوانة الواحدة ومثله على راس الاخرى يتوازنان ولا
نحرك احدهما

(٢٠) المائعات تضغط الى كل الجهات
بالسوية اعني انها تضغط الى الاعلى والاسفل واليمين

واليسار وإلى كامل الجهات بقوة متساوية في الجميع
العملية الثالثة عشرة . حد آلة ذات عدة اسطوانات
كما في الشكل السابع وضع على الاسطوانة د ثقلًا وربع عشرة

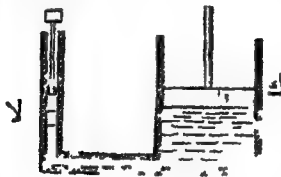


شكل ٧

ارطال والماء تنقل تلك
القوة الى كل الجهات حتى
نصعط قوة تعدل عشرة
ارطال على كل واحدة من
الاسطوانات الاخرى هذا
اذا كانت سطوح الاسطوانات

متساوية مساحة وان لم تكن متساوية يتعبر العمل كما ترى من
عملية أخرى

العملية الرابعة عشرة . ثم لمعرض ان احدى الاسطوانات



شكل ٨

في صعب الاخرى مساحة
فان وصعنا عشرة ارطال
على اصعها لا تواربها
عشرة ارطال على اكبرها

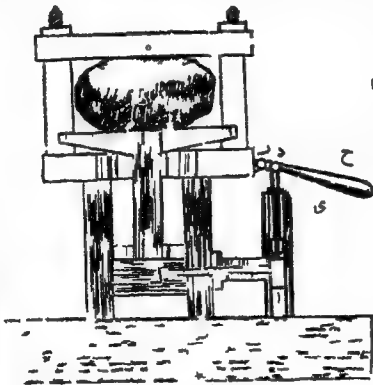
ل ينقصي ان نصع على اكبرها ٢٠ ارطال لكي توارب عشرة ارطال
على الاصغر ولو كانت الكبرى ثلاثة امثال الصغرى مساحة

لاقتصى ٢٠ رطلاً على الكرى لكي توارن عشرة ارطال على
الصغرى ولو كانت الكرى ستة امثال الصغرى كما في الشكل ٨
لاقتصى ستين رطلاً للموارة

والنتيجة هي ان الضغط الاسفل على احدى الاسطوانتين
يحدث ضغطاً الى الاعلى على الاخرى والضغط الى الاعلى هو
بالنسبة الى مساحة الاسطوانة واما كانت مساحة الواحدة ثلاثة
امثال مساحة الاخرى يكون الضغط عليها الى الاعلى ثلاثة
امثال ما على الاخرى

(٢٠) مكبس الماء

يُبنى على المبدأ المذكور آتياً آلة كثيرة الافادة سُميت مكبس



راماه تشسأاً الى
مخترعه وسُي مكبس
الماء لكون الماء
الفاعل فيه يُكس
به الصوف والقطر
والحدود والافقية
فتصع بالات او
رماً صغيرة الحجم

شكل ٩

يسهل نقلها كما ترى في الشكل التاسع للآلة اسطوانتين

مساحة سطح أكبرهاك = مئة مثل مساحة سطح اصغرهاي فاذا وصعت رطلاً على اصغرها بصفت الاكبر بقوة مئة رطل وقس على ذلك . والامر ظاهر ان سائر اجراء هذه الآلة يجب ان تكون على غاية الصبط والمثانة لئلا يفلت الماء من جوانب الاسطوانات او تنكسر بعض جدرانها فتنفجر اذ تخرج الماء من اصغرشق بقوة عظيمة متناسبة للضغط على الاسطوانة ولمساحة الشق .

(٢١) سطح المائع في حالة السكون يوازي سطح

الافق

اذا وُضع وعاء فيه ماء على سطح الارض ورفعت نقطة من



سطحها مثل ب شكل ١٠
فوق سائر السطح لصارت
تلك النقطة على سطح مائل

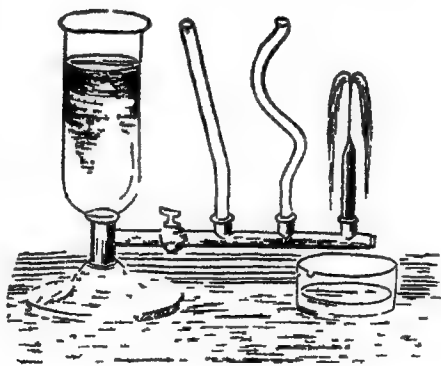
شكل ١٠

ومن سهولة حركة دقائق الماء بعضها على بعض تنحدر على اُذناك السطح بفعل الجاذبية بها وعدم العرك بين دقائق الماء فبالضرورة نصير كل الدقائق السطحية على بعد واحد من مركز الجاذبية اي مركز الارض واذا علقت ميزاناً مثل ثقل الزنج فوق سطح

الماء تجنُّ عموماً على ذلك السطح كما يظهر من شكل ١٠ اي على سطح الماء بعد استقراره فيكون سطح الماء موازياً لسطح الافق وذلك بتضح هذه العملية

العملية الخامسة عشرة . ضع في وعاء ما يكفي لتغطية اسفل زبيقا ثم علق فوقه ثقل الزنج فتري صورته في الزيت كأنها امتدت من الثقل على استقامة خيطه تماماً ولو مال الثقل اقل ميلاً على ذلك السطح لما كان على استقامة واحدة بل تكونت بينهما زاوية كما هو واضح لاقول تأمل

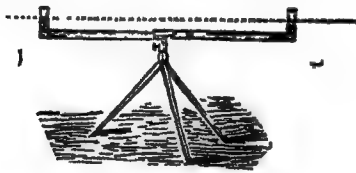
وعلى هذا المبدأ نفسه يكون سطح الماء في جميع الاوعية المتصلة على علو واحدٍ مهما كانت هيئة تلك الاوعية العملية السادسة عشرة . اذا صب في الكاس شكل ١١ ماء



شكل ١١

ترتفع في الانابيب المتصلة بها الى علوها في الكاس لا أكثر ولا اقل ان كانت مستقيمة او عوجاء ان كانت عمودية او مائلة على سطح الافق وعلى هذا المبدأ يصعد الماء في انابيب الاقنية الى علوٍ يعدل علوه في المعين او الحوض الذي خرج منه فلا يحتاج الى آلة ترفعه الى علو حوضه ولكنه لا يرتفع الى اعلى من ذلك محط شعرة الأ بواسطة آلة تدفعه

(٢٢) وعلى هذا المبدأ اصطنعت آلة من آلات المساحة



تعرّف بالفادن

المائي شكل ١٢

وهو انبوبة ذات

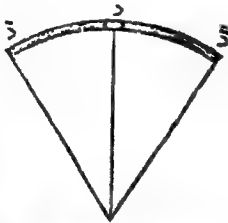
ساقين على زاويتين

شكل ١٢

قائمتين فالامر ظاهر انه اذا كانت الانبوبة ا ب افقية الوضع يرتفع الماء الى علوٍ واحد في الساقين واذا مالت اقل شيء يرتفع الماء في الساق الذي نحو الطرف المنخفض وهذه الآلة نستعمل في اصطناع الاقنية والترع والسكك لاسيما السكك الحديدية اذ بها نستعلم الاماكن التي هي على علوٍ واحد

اما النادن العرقي والفادن الزيبقي فعلى المبدأ ان الخفيف الثقل النوعي يعوم في الثقل النوعي وبما ان الهواء اخف من الماء فلا بد ان يعوم على سطحه اذا ترك لنفسه الا انه يُستخدم

عوضاً عن الماء العرق الصرف او الزيق في انبوبة مخفية على قوس دائرة فيها فقاعة هواء كما في شكل ١٢ فالامر ظاهر ان



فقاعة الهواء في الانبوبة تطلب المحل الاعلى منها فتصعد نحو الطرف الاعلى وهذه توضع في ثابوت من الخشب مستوي الغلط فاذا ارتفع طرف منه ارتفعت



فقاعة الهواء نحو ذلك

شكل ١٢

الطرف وهكذا يُسَعْلَمُ كَوْنُ السطح الذي يوضع عليه موازياً لسطح الافق او مائلاً عليه وهذه الآلة ادق من القادن المائي المار ذكره واضبط

(٢٢) اذا كان للماء عمق يكون الضغط على

كل قسم منه بالنسبة الى عمقه

الامر ظاهر انه في وعاء له بعض العمق يحمل الاسفل كل ثقل ما فوقة فالقسم الذي هو تحت سطح الماء قديمين يحمل ضعف ما محمله ما كان تحت السطح قدماً واحداً

وزن الستيمتر المكعب من الماء المستطير هو كرام واحد والستيمتر المكعب من الماء الذي هو تحت السطح ستيمتر يحمل

تقل كرام والذي هو مستمتر بين تحت السطح يحمل تقل كرامين
وقس على ذلك وهذا الضغط ينقل الى كل الجهات على السواء
اي الى فوق وتحت ويمين ويسار وذلك يتضح بهذه العملية

العملية السابعة عشرة . املاً وعاء عينا ماء وافتح في جانبه
ثقباً تحت سطح الماء قليلاً فتري الماء يدفع من الثقب بقوة الى
تعد بعض الفرار يبط . ثم افتح له ثقباً آخر اوطأ من الاول فتري
الماء يدفع منه الى مسافة ابعد ثم افتح ثقباً قرب اسفله فتري الماء
يدفع الى مسافة ابعد من مسافة الاولين . هذا من جهة الضغط
الى الخواشب واما الضغط الى فوق فيتصح اذا اخذت وعاء طويلاً
او اسطوانة مجوفة مفتوحة من الصفرين والصق على طرفيها

قطعة زجاج او توتيا

وننتها بواسطة

خيوط ماز في وسط

الاسطوانة كما في

شكل ١٤ تم اغمس

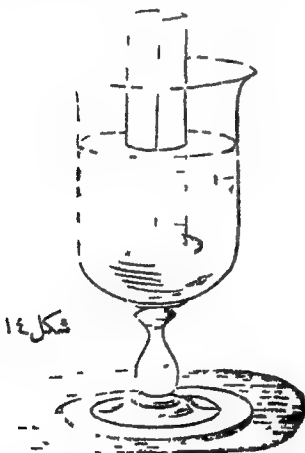
الاسطوانة في ماء

بارخ الخيط فتري

ان القطعة لا تسقط

عن اسفل الاسطوانة

لان ضغط الماء الى



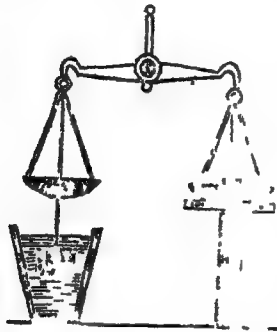
الاعلى بثبتها . ثم صب في الاسطوانة ماء (واذا كان ملوّنًا
يكون العمل اوضح) فحالمًا يبلغ سطح الماء فيها مساواة سطح الماء
في الوعاء خارجها تسقط القطعة عن اسفلها لان ضغط الماء الى
الاسفل وازن ضغطه الى فوق فقيت القطعة المتصلة خاضعة
للمجاذبية ولكونها اقل من الماء تسقط الى اسفل الوعاء
وشدة ضغط الماء في الاعماق ينضج لك اذا ملأت قنينة
سوداء اعيادبة ماء الى ثلاثة ارباعها ثم اربط بها خيطًا
طويلاً وسدها بعلية سدًا محكمًا وغرقها في البحر على طول الخيط
وعندما ترفعها تجدها مملئة ماء والعلية في قلبها وذلك من قبل
شدة ضغط الماء في الاعماق الى كل الجهات والامر ظاهر ان
الضغط يكون بالنسبة الى كثافة السائل اي ضغط الزيت اشد
من ضغط الماء - لانه اكد من الماء وضغط الكحول والاثير
اخذ من ضغط الماء لانها اخف منه

(٢٤) العوم وتعويمية الماء . اعني بتعويمية الماء

قوته على تدويم ما يلقى فيه وهي نتيجة ضغطه الى كل
الجهات

العمامة الثامنة عشرة . زن حياء صغيراً مثل قطعة حجر

او معدن في ميزان ضابط ولنفرض وزنه عشرين درهماً ثم وزنه



وهو في الماء بواسطة تعليق
بكفة الميزان كما في شكل ١٥
فالظاهر انه خسر كل وزنه
لانه يقتضي ان توضع عشرون
درهماً في الكفة الاخرى
حتى يستوي الميزان وبالحقيقة
لم يخسر من وزنه شيئاً كما يتضح

شكل ١٥

من هذه العملية

العملية التاسعة عشرة . ضع وعاء ماء في كفة الميزان
وعبّره تماماً ثم اسقط الجسم المشار اليه آنفاً الذي وزنه عشرين
درهماً في الوعاء المذكور فترى الميزان يترجح الى ذلك الجانب
ويقتضي ان توضع عشرون درهماً في الكفة الاخرى لكي يستوي
الميزان وهو وزن الجسم في اول الامر . اي الجسم لم يخسر وزنه
بل هو باقى على ما كان عليه ووعاء الماء زاد وزنه عشرين درهماً
بالقاء الجسم المذكور فيه . والذي صار في العملية السابقة ليس
هو خسران الجسم وزنه بل انما حمل الماء بعض وزنه فتوته على
التعويم اي بضغطه الى الاعلى

العملية العشرون . خذ اسطوانة من نحاس او رصاص



شكل ١٦

او حديد مثل ا شكل ١٦ ولتكن على
قدر بحيث تملأ السطل ب بالتام
والضبط . علن الاسطوانة من اسفل
السطل ثم علقها اسفل كفة الميزان
وعبرها تماماً في الهواء ثم زن
الاسطوانة في الماء كما في شكل ١٦
فترى تلك الكفة قد خف وزنها اي
الاسطوانة خسرت شيئاً من وزنها

بسبب غمسها في الماء . ثم صب ماء في السطل حتى يستوي
الميزان ايضاً فترى انه لم يستوي حتى امتلأ السطل تماماً اي اعدنا
ما خسرت الاسطوانة وقد فرضنا ان الاسطوانة مألئة السطل
بالتام والضبط فقد اعدنا من الماء ما يعادل جرم الاسطوانة اي
خسرت من الوزن في الماء ما يعادل وزن جرمها من الماء ولنا
من ذلك هذه القاعدة العامة وهي

انه اذا وزن جسم في الماء يخسر من وزنه في الهواء
ما يعادل وزن جرمه من الماء تماماً

وما نقدم ترى سبب استطاعتك ان تحمل تحت سطح الماء
حجرًا لم تستطع ان تهضه خارج الماء اي الماء حامل معك من

وزن الحجر ما يعدل وزن الماء الذي يشغل موضعه أي الذي
يعدل جرمه

(٢٥) افترض انه في وعاء ماء مثل حوض جمد مقدار
ذراع مكعب من الماء وافترض انه بقي على كثافته وجرمه وسائر
صفاته إلا السبيلة فالامر ظاهر ان هذا الجهد لا يغير شروط
الموازنة وان لم يحرك القسم الجامد محرك يبقى في موضعه دائماً
في وسط الوعاء والجاذبية تجذبه بالنسبة الى جرمه ولكنه باق في
موضعه بفعل قوة مضادة الجاذبية تعدلها وهي ضغط الماء الذي هو
عائم فيه أي قوة المائع التعويضية توازن وزن جرم مغروس فيه
اذا كانا على كثافة واحدة ولكن اذا كان الجسم المغروس أكثر
كثافة من الماء لا يخسر كل وزنه فيه بل يبقى بعضه فيغرق

العملية الحادية والعشرون . خذ قطعة من الخشب وثقلها
بالرصاص حتى يعدل وزنها وزن جرم من الماء يعدل جرمها ثم
ألقيها في الماء فتري انها لا تعوم ولا تغرق بل تبقى على الوضع الذي
نضعها عليه كأنها عديمة الوزن

ثم ربما يقول قائل اذا كان جسم أثقل من الماء خسر كل
وزنه فيه فهل جسم أخف من الماء يخسر أكثر من وزنه أليس
ذلك محال

العملية الثانية والعشرون . خذ قطعة من الفلين أو من
الخشب اليابس وهو أخف من الماء جرماً لجرم وألقيها في الماء

فترى ان بعضها تحت سطح الماء وبعضها فوق سطحه فيغرق منها مقدار يعدل جرماً من الماء وزنه يعدل وزن الخشبة ولنفرض ان الخشبة مكعبة وان كثافتها ٨. كثافة الماء فاذا ألقينها في الماء يغرق منها ثمانية اعشار اي مقدار الماء الذي تشغل موضعه يعدل وزن الكعب كله

ان السمك في الماء تارة يعوم بقرب سطح الماء واخرى يغرق الى الاعماق وذلك بواسطة كؤيس ملآن هواء في بطن السمكة تستطيع ان تضغطها وان ترخيها فاذا ضغطتها صارت كثافتها اكثر من كثافة الماء بالنسبة الى جرمها فتغرق وبالعكس اذا ارختها .

(٢٦) الكثافة النسبية . الثقل النوعي

قد علمت ما هو معنى الثقل النوعي من الجزء الاستنتاجي نمرة ٢٠ اي انه دال على كثافة جسم بالنسبة الى كثافة جسم آخر

العملية الثالثة والعشرون . خذ قطعة من الذهب ولنفرض ان وزنها ١٩ قمحاً ثم زن بها في الماء فتجد وزنها ١٨ قمحاً اي خسرت قمحاً وهذه الخسارة تماثل وزن جرم من الماء يعدل جرم الذهب اي وزن جرم من الماء الذي يعدل جرم الذهب هو قمحاً واحدة وكان وزن الذهب ١٩ قمحاً فوزن جرم ما من الذهب يعدل

١٩ مرة جرمو من الماء فنقول ان ثقل الذهب النوعي هو ١٩ وهذه النتيجة هي فيهما كان جرم الذهب أي وزنه ١٩ مرة وزن ما يعدل جرمة من الماء فلواتانا احد٠ بقطعة مصكوكة كثيرا مثلاً وهي مطلية ذهباً بالقصد ان يغشنا نتحنها على المبدأ الماضي ذكره فاذا وجدنا ان وزنه لا يعدل ١٩ مرة وزن جرمو من الماء عرفنا انه ليس ذهباً

ان كيفية استعمال الكثافة النسبية او الثقل النوعي منسوب الى الفيلسوف ارخميدس منذ ٢٠٠٠ وما يحكى في ذلك ان هيرون ملك سرقوسة سلم الى صائغ مقداراً من الذهب ليصبغه له تاجاً ولما احضر الصائغ التاج خامر الملك شك من جهة نقاوة ذهبه وزعم ان الصائغ سرق بعض الذهب وعوض عنه بفضة ولما احنار في هذا الامر استعان بالفيلسوف المشاريو فاخذ يتفكر بشأن مسئلة الملك وبينما كان ذات يوم في الحمام اعتبر خفة جسمه في الماء بالنسبة الى ثقله في الهواء فلاح له بالحال كيفية حل المسئلة ومن فرجه خرج من الحمام وهو عريان صارخاً وجدتها وجدتها ثم ذهب الى بيتها واخذ قطعة من الذهب عليها خالصة ووجد انها خسرت في الماء $\frac{1}{19}$ من وزنها في الهواء فعلم ان الذهب ١٩ مرة وزن الماء جرماً لجرم ثم امتحن تاج الملك على هذه الكيفية فوجد انه خسرت في الماء اكثر من $\frac{1}{19}$ من وزنه فنحنق انه ليس ذهباً خالصاً بل مخلوطاً

ألقى حبة عنب في قدح شهبانيا فتغرق الى اسفله ثم بعد قليل تجتمع فقائيع حامض كربونيك على الحبة فتزيد جرمها ولا تزيد كثافتها الى ان نعوم الحبة ثم اذا نفضتها تعود تغرق كالاول ونعود الفقائيع تجتمع عليها فتعوم ويمكن ان يكرّر العمل حتى ينفذ كل غاز الحامض الكربونيك من الشهبانيا

(٢٧) القوة التعويمية لمائعات غير الماء

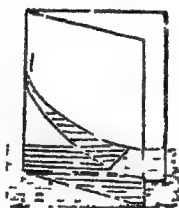
لكل مائع قوة تعويمية مخصصة به وهي بالنسبة الى كثافة المائع نفسه واي كلما زادت كثافته زادت قوته التعويمية ومن المائعات التي قوتها التعويمية اضعف ما للماء الكحول واثير ومن المائعات التي قوتها التعويمية اقوى ما للماء الزئبق والحامض الكبريتيك والماء المالح. ألقى قطعة حديد في وعاء زيتي تراها نعوم فيه اي الحديد اخف من الزيت جرمًا لجرم واما الذهب فيغرق فيه والزيتي $\frac{1}{12}$ مرة اثقل من الماء جرمًا لجرم واما الذهب فقد رأينا أنّا انه $\frac{1}{19}$ مرة اثقل من الماء جرمًا لجرم . اما ماء البحر فيعوم ما لا يعوم الماء العذب وماء بحرة لوط من زيادة كثافته يعوم الانسان حتى لا يستطيع ان يغرق فيه وذلك من كثرة المواد المالحه الذائبة فيه

(٢٨) الجاذبية الشعرية

قد قلنا سابقاً ان الماء لا يرتفع في وعاء فوق مساواة سطحه خارج الوعاء ويستثنى من ذلك الانابيب الدقيقة جداً المسماة انابيب شعرية لدقتها

العملية الرابعة والعشرون . خذ قطعة من انبوبة ثرمومتر مكسور واغمس طرفها في ماء عمودياً فترى الماء يصعد في الانبوبة الى فوق مساواة سطحه خارجها اوخذ لوحى زجاج واجعلها متلامسين من ضلعٍ منهما ومنفرقين بقلظ ورق الكتابة من الضلع المتقابل وعلى هذا الوضع اغمسها في الماء فترى الماء يصعد بين اللوحين الى فوق مساواة سطحه من الخارج وكلما كان البعد بين اللوحين اقل صعد الماء أكثر فتراه بين اللوحين على خط منحني كما في شكل ١٧

ومن امثلة المجاذبية الشعرية فعل فتيلة من القطن والاسفنج



والسكر والقرطاس الناشاش اذا غمس طرف منها في الماء فانه يكاد يصعد الى اعلاها بالمجاذبية المتشار اليها لكون مساماتها انابيب شعرية دقيقة متصلة

شكل ١٧

(٢٩) اندُسموس وَاكْسُسموس

بين هذين النوعين والجاذبية الشعرية مشابهة حتى اقتضى ذكرها في هذا المحل ومن أمثلتها انه اذا وُضع شراب في وعاء هو كيس من الرق او من مئانة حيوان بعد نغفها وربط عليه ربطاً متيناً ثم أُلقي في ماء تجدد بعد مدة ان كمية السيل داخل الكيس قد زادت وان بعض الشراب قد خرج وامتزج بالماء ومرور الماء الى الداخل سمي اندُسموس ومرور الشراب الى الخارج سمي اكْسُسموس وهاتان الفوتان اوهذان النوعان من الجاذبية الشعرية يعلل بهما عن عدة افعال حيوية كما ستعلم في المحل ولا يسعنا هذا المقام غير الاشارة اليهما



الفصل السابع في خصائص الغازات

(٣٠) ضغط الهواء

اننا عاثون في قعر اوقيانوس سبال معدل عمقه على الاقل
مئة مثل عمق اوقيانوس الماء الغامر الكرة الارضية وهذا السبال
الغازي اعني الهواء الكروي مزيج في كل ١٠٠ جزء منه ٢١
جزءاً من الاكسجين و ٧٩ جزءاً من النيتروجين ما عدا المواد
العرضية الموجودة فيه على كميات غير ثابتة منها المحامض
الكربونيك وبخار الماء وغاز الامونيا

قد رأينا في ما تقدم ان جاذبية الالتصاق بين دقائق
المائعات موجودة ولكنها ضعيفة واما الغازات فقد زالت منها
تلك الجاذبية ولم يبقَ منها شيء بل اتى عوضاً عنها قوة دافعة
الدقائق بعضها عن بعض حتى ان كمية جزئية من الغاز تملأ اي
وعاء وُضع فيه مهما كان واسعاً

اذا وضعت وقية ماذفي وعاء سعته وقية يملأ تماماً ويلاصق
كل جدرانها واذا وضعت في وعاء يسع وقتين يملأ نصفه فقط
ومها خضضته وهزرتة لا يشغل اكثر من نصف الوعاء ولكن

اذ وضعت قليلاً من الغاز في اي وعاء كان يملأه اي دقائق
الغاز تتمدد وتبعد بعضها عن بعض وتنتفش حتى تملأ الوعاء
كله

(٢١) لاجل امتحان خصائص الهواء فنحتاج الى آلة بها
يُستخرج الهواء من وعاء عند الحاجة وسُميت مفرغة الهواء
وسوف يأتي التعليل عنها

العملية الخامسة والعشرون . ضع كيساً ضابطاً فيه هواء
تحت قابلة على صحن مفرغة الهواء فإدام الهواء الكروي محيطاً
بالكيس يبقى على حاله كما ترى ثم لنفرغ الهواء من القابلة فترى
الكيس بالحال يأخذ ينتفخ لان الهواء الذي كان محيطاً به قد
ذهب والهواء الذي في الكيس يطلب ان يملأ الفراغ الصادر
عن استخراج الهواء من القابلة وكلما زدت في استخراج الهواء من
القابلة زاد انتفاخ الكيس ثم افتح حنفية المفرغة حتى يعود الهواء
الى داخل القابلة فبالحال يعود الكيس الى ما كان عليه

لو ضغطت الهواء الذي في الكيس في مكبس لصغر جرمه
كثيراً عما هو عليه ثم عند رفع الضغط يعود الى حاله وهذه الخاصية
اي قبول الضغط والعود وقبول التمدد والعود سُميت مروية
وقد تعلمت من الجزء الاستنتاجي نمرة ٤٢ و ٤٣ ان السياتلات
المرنة قد انقسمت لاجل سهولة الوصف الى قسمين غازات وبخنة
لما الغاز فهو ما كان غازاً على حرارة الهواء الاعيادية وإما

البخار فهو ما كان جامداً او مائعاً على حرارة الهواء الاعيادية
وانما تحوّل بخاراً بزيادة الحرارة
العملية السادسة والعشرون . هي عكس العملية السابقة



شكل ١٨

اي ضع على صحن مفرغة الهواء
قابلة مربوط رق على طرفها
الاعنى المنثوح شكل ١٨ واستخرج
الهواء منها فترى الرق يضغط
الى الداخل بضغط الهواء عليه
من الخارج واذا زدت الاستفراغ

يتمزق الرق بشدة ضغط الهواء الخارجي عليه الطالب ملأ الخلاء
الحاصل من استفراغ الهواء من داخل القابلة

(٣٣) وزن الهواء

مر خاصة الهواء المار ذكرها بنضح سبب عسر استخراج كل
الهواء من وعاء اعني اذا استخرجت ١٠٠ منه يتمدد الجزء ١٠٠ /
الباقى حتى يملأ الوعاء واذا استخرجت ١٠٠ فالجزء ١٠٠ / الباقي
يملأ الوعاء غير انه بواسطة آلة ضابطة نستطيع على استخراج
اكثر حتى يقل الباقي الى كمية لا يعتد بها
العملية السابعة والثلاثون . خذ وعاء نحاسياً ذا حنفية كما

في شكل ١٦ وزنه بالتدقيق ثم ركة على مفرغة الهواء واستخرج
الهواء منه ثم زنه ايضا فتجد وهو فارغ اخف
ما كان وهو ملآن هواء وهذه العملية تثبت
لنا كون الهواء ذا وزن بل كل الغازات لها
وزن والجاذبية تفعل بها وذلك الفعل هو علة
وزنها غير ان بعضها اقل من البعض
العملية الثامنة والعشرون . ضع في كفة
الميزان علة خفيفة وزنها بالتدقيق وهذا الوزن



شكل ١٦

عبارة عن نقلها وهي ملآنة هواء . ثم املاها غاز الحامض الكربونيك
وهي على كفة الميزان كما تعلمت من الجزء الثاني نمرة ٤٧ فتري
ان العلة قد ترجحت اي زاد وزنها وذلك لان غاز الحامض
الكربونيك طرد الهواء منها واشغل موضعة وهو اقل من
الهواء . ا. ا. الهيدروجين فهو اخف الغازات كما يتضح من هذه
العملية

العملية التاسعة والعشرون . اقلب العلة اي اجعل اعلاها
اسفلها ثم استاني فيها غاز الهيدروجين كما تعلمت من الجزء الثاني
نمرة ٣٧ فتري انها قد خف وزنها وترجمت الكفة الاخرى ولكنها
لم تبلغ درجة الفراغ في الخفة

يتصح مما تقدم ان الغازات خاضعة لفعل الجاذبية مع ان

دقاتها يدفع بعضها البعض حتى تملأ الوعاء الذي وُضعت فيه ولا يُخشى انها تغلت من الجاذبية فتهرب عن الارض الى الفلاء والهواء الكروي خاصة خاضع لجاذبية الارض وجاذبية القمر مثل ماء البحر وفي قعر هذا الاوقيانس الهوائي تتحرك ونجما وفي هذا الاوقيانس الهوائي تطير الطيور كما تسبح الاسماك في البحر المائي قد تقدم نمرة ٢٢ ان الماء يضغط الى كل الجهات وان مقدار الضغط هو بالنسبة الى العمق واذا كان الهواء مثل الماء من حيثية الضغط يقتضي ان يكون ضغطه على سطح الارض اشد مما هو في طبقات الجو العالية وهو كذلك وستاتي البراهين على ذلك في محلها

وربما يقول قائل اذا كان ضغط الهواء علينا بكل ثقل فلماذا لا نشعر بذلك ولا نحس بحمل ثقيل على اكتافنا فاقول ذلك لان الضغط متساوي الى كل الجهات الى الاعلى والى الاسفل والى الاجناب بالسوية فتري قطعة قرطاس او ريشة او جسماً آخر خفيفاً لا يتمكن على سطح الارض بضغط الهواء عليه لانه ضاغطة الى كل الجهات فيتحرك بسهولة غير ان ضغط الهواء على كل الاجسام يوضح بكل سهولة

الصباية الثلاثون . ضع قابلة فارغة على صحن منرغة الهواء وقبل استخراج شيء من الهواء الذي فيها زحزحها من جانب الى جانب فتزحزح بكل سهولة ثم استخرج بعض الهواء منها ثم

حاول رفعها او ازاحتها ترى انها لا ترفع ولا تروح كأنها قد
نسمرت على بلاطة المفرغة وذلك من ضغط الهواء الخارجي عليها .
افتح الحنفية ودع الهواء يدخل اليها فتقام او تروح بسهولة كما في
الاول وذلك برهان على ان تمكينها كان من قبل ضغط الهواء عليها
من الخارج

العصيلة الحادية والثلاثون - ان أثون فان كوئريكما من مدينة
مجد برج استنبط نصفى كرة نحاسية شكل ٢٠ بحيث ينفصلان او
يلتصقان حتى نصيرا كرة كاملة فارغة وفي



مصطنعة بحيث تتركب على مفرغة
الهواء . ألقى نصفاً بنصف ترهما
ينفصلان بكل سهولة ثم الصقهما
وركبهما على مفرغة الهواء واستخرج
الهواء من داخل الكرة وعند
ذلك لا يستطيع رجلان ان
يفصلاهما ولو شدا بكل نشاطهما
وذلك من ضغط الهواء الخارجي
على سطح الكرة وكان قطر الكرة

التي صنعها فان كوئريكما ٦٥ سنتيمتراً والضغط عليها ٢٤٢٨ كيلو
كرام وعلق بالنصفين اربعة رؤوس خيل فلم تقدر على فصلهما
(٣٢) اذا كان الهواء سيالاً وله وزن فلا بد من ان

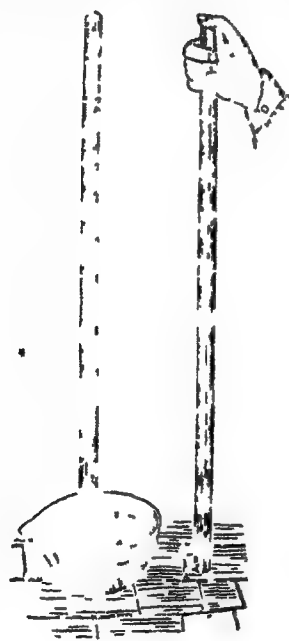
تكون له قوة تعويية مثل الماء والفعل له هذه القوة ولكنها اضعف من قوة الماء التعويية وكل مادة اخف من الهواء يطلب الصعود الى سطحه كما ان كل مادة اخف من الماء اذا أغرق يطلب الصعود الى السطح ويتضح ذلك اذا ملأت كيساً غاز الفحم او هيدروجين لان غاز الفحم اخف من الهواء جرماً والجرم الهيدروجين اخف من غاز الفحم جرماً للجرم وعلى هذا المبدأ تصطبغ المركبة الهوائية المعروفة بالبلون

(٢٤) البارومتر

اول من اخترع آلة لاجل قياس ضغط الهواء هو رجل ايطالياني اسمه توريشلي تلميذ جليليو وقبل ايامه كانوا قد لاحظوا ان طلسا الماء ترفع الماء نحو ٣٠ قدماً وان الماء لا تصعد في الصلنا اكثر من ذلك مهما كان طولها ومهما بالغوا في تشغيلها وضبطها وعللوا عن ذلك بقولهم ان الطبيعة تكره الفراغ والامر ظاهر لا بسط العقول ان هذا التعليل قاصر ولا يعد نهائياً واما توريشلي فرأى ان صعود الماء الى انوبة الصلنا هو من قبل استخراج الهواء من داخلها ثم ضغط الهواء الخارجي على سطح الماء ورأى انه اذا كان ذاك صحيحاً يصبح في مائع انزل من الماء ايضاً وان ذلك المائع الثقيل لا يصعد الى درجة ما يصعد اليها الماء وان صعوده يكون حتى يوازن العمود داخل الاسوب ضغط الهواء

خارجة . قال اذا كان ضغط الهواء يرفع الماء ٢٢ قدماً يقتضي ان يرفع الريق ثلاثين قيراطاً او ٧٦٠ مليةتر لان الريق اقل من الماء على هذه النسبة وكان امتحان هذا الامر على هذه الكيفية

العملية الثانية والثلاثون . خذ انبوبة زجاجية طولها ٢٠



قيراطاً مسطومة من الطرف الواحد ومنتوحة من الطرف الآخر واملأها زيتاً وسد الطرف العلوي باصبعك ثم اقلب الانبوبة واغمس الطرف المنتوح في صحن زيتي كما في تكل ٢١ فترى الريق قد هب! وايلأ في الانبوبة حتى بقيت فسحة فوق سطحه خالية اي ضغط الهواء على سطح الريق ليس تكاف

شكل ٢١

لا نهاض عمود الزئبق الى اعلى الانبوبة ولكنه كافٍ لانهاضه الى علو ٢٨ قيراطاً او ٧٦٠ ملمترًا لان ٢٢ قدماً = ٢٨ قيراطاً $\times \frac{13}{12}$ والزئبق أثقل من الماء $\frac{13}{12}$ مرة والنسبة فوق سطح الزئبق في الانبوبة فارغة فراغاً تاماً ومشي الفراغ التوريشلي نسبة الى توريشلي المشار اليه وليس لنا سبيل لاحداث خلأ او فراغ اتم من ذلك وهذا مبدأ البارومتر المعول عليه لاجل قياس ضغط الهواء.

(٢٥) ثم ان پاسكال تقدم في البرهان خطوة اخرى وثبت راي توريشلي اثباتاً لا يقبل النساق قال اذا كان علو الزئبق في الانبوبة متوقفاً على ضغط الهواء على سطحه في الوعاء فالامر ظاهر انه اذا نُقل الى موضع مرتفع يهبط الزئبق بالنسبة الى الارتفاع لانه كلما ارتفع قصر عمود الهواء وخف ضغطه فنقل الآلة الى راس جبل فكان كما قد راي هبط الزئبق في الانبوب وظهر التعليل الحقيقي عن سبب ارتفاع سيال في اسوب اخرج الهواء منه وسبب وقوفه على علو مفروض حتى لا يمكن اصعاده اكثر من ذلك بواسطة ضغط الهواء.

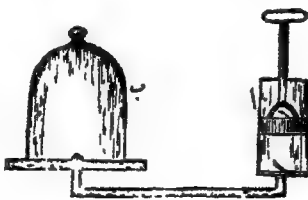
(٢٦) اذا عرفت درجة علو الزئبق على شاطئ البحر وعرفت كم يهبط كلما ارتفع مئة قدم يمكنك ان تستعلم علو جبل بواسطة هبوط البارومتر اذا نُقل الى قمته لان عمود الهواء اذا كنت على شاطئ البحر يوازن عمود من الزئبق علوه ٣٠ قيراطاً

او ٢٦٠ ملبمترًا وإذا صعدت الى رأس جبل عال يكون عمود الهواء قد قصر بمقدار علو الجبل فيخسر شيئًا من ضغطه حتى يوازن عمودًا من الزئبق علوه ٢٥ فيراطًا مثلاً

ومن فوائد البارومتر ايضا الانباء بتقلبات احوال الجو اي الطقس فان هبط الزئبق يدل على تخفيف ضغط الهواء وذلك يسبق غالبًا اشتداد الرياح وحدوث الاسود وإذا ارتفع يدل على ثقل الهواء وزيادة ضغطه وذلك يدل غالبًا على السكون والصحو وقد اصطنعت انواع شتى من البارومتر منها ما يصلح للشبوت في موضع واحد ومنها ما يصلح للنقل من موضع الى آخر ولكلها جميعها مبنية على مبدأ ضغط الهواء اما على سيال واما على معدن ولا يسعنا هذا المختصر حتى نمدّ الشرح في هذا الشأن

(٢٧) مفرغة الهواء. طلبنا الهواء

كيفية فعل هذه الآلة نتفخ من الشكل الثاني والعشرين وهي صحن او بلاطة نحاسية ثقف عليها قابلة ب ومن البلاطة



انبوبة متصلة بانبوبة ذات اسطوانة ا ضابطة فيها وفي اسفلها ر مصراع د ففتح الى الاعلى د وفي الاسطوانة مصراع ر

فاتح الى الاعلى ايضاً والامر ظاهر انه اذا أنزلت الاسطوانة
ينطلق المصراع الاسفل وينفتح المصراع الاعلى حتى يخرج الهواء
الذي بينهما ثم عند سحب الاسطوانة الى فوق ينطبق الاعلى بضغط
الهواء الخارجي وينفتح الاسفل ويخرج الهواء من ب لكي يلا
المخلات الحادث بين المصراعين برفع الاسطوانة ثم عند تنزيل
الاسطوانة ايضاً ينطلق الاسفل وينفتح الاعلى ويخرج الهواء الذي
بينهما وكلما تكرر العمل يخرج شيء من الهواء الذي في القابلة حتى
لا يعتد بالتالي ولا يخرج كلة بسبب مرونته كما تقدم. وقد استنبطوا
اشكالا كثيرة لهذه الآلة غير ان مبدا الجميع واحد وهو كما
اوضحنا آنفاً

ولفرض ان سعة القابلة اربعة امثال سعة الانوبة ذات
الاسطوانة وان في الوعاء كلة ١٠٠ ستمتر مكعب من الهواء
فيكون ٨٠ منها في القابلة و ٢٠ في الاسوبة عند رفع الاسطوانة
الى اعلى الاسوبة وعند تنزيل الاسطوانة يكون تلك العشرون
جزءاً تدخرجت الى الهواء الخارجي ويبقى في القابلة ٨٠ ثم عند
رفع الاسطوانة تخرج ١٦ جزءاً من القابلة ويبقى فيها ٦٤ جزءاً
وتلك الاجزاء الستة عشر تخرج الى الهواء الخارجي عند تنزيل
الاسطوانة. في الصربة الاولى قل الهواء في القابلة على نسبة $\frac{1}{10}$
اي $100 \times \frac{1}{10} = 10$ وفي الثانية $80 \times \frac{1}{10} = 8$ وفي الثالثة
 $64 \times \frac{1}{10} = 6.4$ وهله جزءاً وعلى هذا النسق لا يخرج الهواء كلة

من القابلة ولكن العمل ينتهي فعلاً عند تلطف ما بقي من الهواء
في القابلة بحيث لا يكفي ضغطه لرفع المصراع الاسفل عند
انهاض الاسطوانة الى اعلى الانبوبة

(٣٨) طلبنا الماء المنهضة

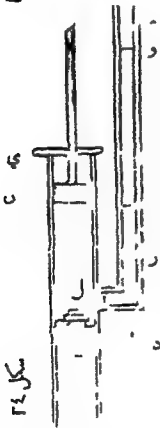
قد تقدم ان ضغط الهواء يوازن عمود من الزئبق طوله نحو
٣٠ فيراطاً ويوازن عموداً من الماء طوله نحو ٣٠ قدماً لان الماء



اخف من الزئبق جرماً لجرم وعلى هذا المبدأ
اصطنعت الآلة المستخدمة لرفع الماء
المعروفة بالطلمبا الرافعة او المنهضة
وهي تتفصّل من الشكل الثالث والعشرين
لها انبوبة مازلة الى الخوض او البئر
التي فيها الماء وعلى رأس الانبوبة قنطرة
مصراع فاتح نحو الاعلى ثم اسطوانة ضابطة
لها ايضاً مصراع فاتح نحو الاعلى ولا فرق
بينها وبين منرعة الهواء من جهة التكوين.

اذا أنزلت الاسطوانة فالضغط يطبق المصراع الاسفل والهواء
الذي بين المصراعين يخرج من المصراع الاعلى ثم اذا رُفعت
الاسطوانة ينطلق المصراع الاعلى بضغط الهواء عليه ويتكوّن
خلالها بين المصراعين فيصعد الماء بضغط الهواء الخارجي على

سطحو في البئر ثم عند تنزيل الاسطوانة ايضاً؛ يطق المصراع الاسفل ويملت الماء الذي بينهما من المصراع الاعلى حتى يصير فوق الاسطوانة وعد انها ضا ينهض حتى يخرج من الصنبور وهلم جراً. غير انه لا يحدث ذلك بعدما يبلغ الماء علو ٢٠ قدماً لان عمود الهواء لا يوازن عموداً من الماء اعلى من ٢٠ قدماً ولو اخذت اسورة من الزجاج دقيقة طولها ٢١ قدماً ونجست طرفاً منها عمودياً في ماء ومصصت بملك من الطرف الآخر يصعد الماء فيها الى علو ٢٠ قدماً لا اكثر على شرط وضع الانبوبة عمودياً واذا وضعناها مائلة بحيث لا يكون الطرف الواحد اعلى من الثاني اكثر من ٢٠ قدماً عمودياً يصعد الماء فيها اذا تفرغ الهواء منها بالمصص مما كان طولها

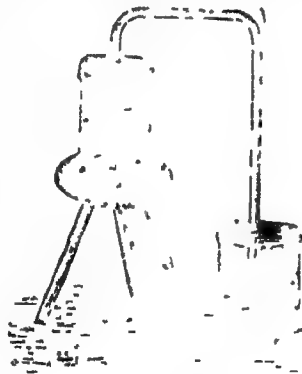


(٢٩) اذا قصدت رفع الماء الى علو فوق ٢٠ قدماً يقتضي ان تصيف الى الطلبن المنهضة قوة دافعة كما في شكل ٢٤ ترس المصراع لاعلى ممكناً في الانبوبة عوضاً عن كونها في الاسطوانة كما في الطلبن المنهضة فعند رفع الاسطوانة يصعد الماء الى فوق المصراع الاعلى ويملاً النسخة بينها وبين الاسطوانة ثم عند تنزيلها ينطق المصراع الاعلى وينسد

على الماء كل باب للانفلات من الاسفل فيندفع الى الانبوب الجانبي
واذا تكرر العمل يرفع الى اي علو شئت ويمنع رجوعه بالمصراع
ل الموضوع عند متصل الانبوبة الجانبية بالاخري وينفتح الى الخارج
اذا تركت الطلينة مدة بدون استعمال ربما يجف الجلد
الملفوف على الاسطوانة او المصطنعة منه المصاريع فيقتضي
صب قليل من الماء في الانبوب حتى تنبت الاسطوانة والمصاريع
فتضبط

(٤٠) المص

مبدأه فعل المجاذبية وضغط الهواء وهو انبوبة عكفاء
ساق منه اطول من الساق الاخر كما ترى في الشكل الخامس
والعشرين املاً



الانبوبة ماء او من
السيال الذي تريد
نقله من وعاء الى وعاء
آخر وسد طرفيها
سدًا محكمًا ثم اغمس
طرف الساق القصيرة
في الوعاء المطلوب

تفريغته واجعل الطرف الآخر فوق وعاء آخر يُفرغ فيه ثم عند
فتح الطرفين يأخذ الماء يجري من الساق الطويلة حتى يفرغ الوعاء
الذي فيه الساق القصيرة تماماً ولا نذكر هنا التعليل عن هذا
العمل بل نترك ذلك لفطنة الطالب الحاذق

يصنع مص من شلة خيطان وخصلة من خيوط الغزل
غير شديدة القتل اذا أدخل طرف منها في وعاء وتدلّى خارج
الوعاء قسم أطول من الذي داخل الوعاء وترك التعليل عن
ذلك ايضاً لفطنة الطالب

(٤٠) بعض الاجسام وبعض المائعات تمص الغازات
وتحفظها على كميات مختلفة مثال ذلك الفم فانه يمص جانباً من
عدة غازات اذا عُرِضت له ولذلك تصلح به الروائح الفاسدة لانه
يمص الغازات التي منها تلك الروائح والماء يمص الحامض
الكاربونيك واذا مص منه جانباً وافراً سُمي ماء الصودا لانه
اصطنع اولاً من كربونات الصودا واذا مص جانباً من غاز
الامونيا فهو ماء الامونيا واذا مص جانباً من غاز الحامض
الهيدروكلوريك فهو الحامض الهيدروكلوريك المائي



الفصل الثامن

في الاجسام المتحركة

(٤١) النشاط

ذكر في الجزء الاستنتاجي نمرة ٢٥ ان نشاط جسم متحرك يقاس بالشغل الذي يستطيع ان يعمل في وقت مفروض وذكر في اول هذا الجزء نمرة ١ بعض الامور المتعلقة باحوال الاجسام بين حركة وسكون وحرارة وبرد اي ان الطبيعي يعتبر احوال الاجسام وفعلها من حيثية كونها متحركة او ساكنة حارة او باردة وانها قد تكون كثيرة النشاط مثل القنبلة المتحركة المندفعة من مدفع او الحجر الساقط عن شاهق او عديمة النشاط مثل القنبلة المرمية على وجه الصحراء او الحجر المستند على الارض لاجل سهولة الدرس والامتحان والوصف يقسم النشاط اي القوة الى ثلاثة اقسام كبرى وهي

(١) نشاط الحركة الظاهرة مثل نشاط قنبلة مندفعة من مدفع ونشاط الريح اي الهواء المتحرك ونشاط الماء الجاري ونشاط خفي كالنشاط الخفي في صهرج ماء وفي قوس موتورة وزنبرك ساعة وحجر مسنود على حافة هوة

(٢) نشاط الحركة الخفية كما يظهر في احالة الماء بخاراً بواسطة الحرارة ونشاط الامتزاز كما في اهتزاز الهواء المحدث صوتاً او اهتزاز تلك المادّة المألثة الكون التي يحدث من اهتزازها نور او حركة دقائق الاجسام بعضها على بعض تلك الحركة السريعة المحدثه حرارة

(٣) النشاط الكهربائي والنشاط الكيمي ولا يسعنا هذا المختصر ان نذكر هذه الاقسام بالتفصيل بل نذكر عنها ما يدل على اعتبارها في الطبيعة وما يغري الطالب في طلب معرفتها باكثر تدقيق

(٤٢) قياس النشاط هو الشغل المنهول به او المستطاع به

الرجل النشط هو الذي طابت نفسه للعمل او التادير على عمل والمادّة النشيطة هي التاديرة على عمل ونقيس النشاط بالعمل الذي يتمه . مثاله من حمل حملاً ربع ساعة يعمل عملاً وهو ذو نشاط ومن حمل ضعف ذلك الحمل ربع ساعه كان نشاطه ضعف نشاط الاول ومن حمل ضعفه نصف ساعه كان نشاطه اربعة اضعاف نشاط الاول ومن رفع ثقلاً قدماً واحداً عمل عملاً ومن رفعه قدمين عمل ضعف شغل الاول ومن رفعه ثلاثة

اقدام فثلاثة امثال الاول . ورفع رطلين قدماً يستلزم ضعف النشاط الذي يستلزمه رفع رطل واحد قدماً فان ضربت عدة الارطال في عدة الاقدام التي رفعتها فلك عبارة عن الشغل المعمول

ثم لنفرض مدفعا مندارا قوة الى فوق عموديا وانه رمى قنبلة وزنها ١٠٠ وقية بسرعة غلبت الجاذبية حتى انتهت الى علو ١٠٠٠ قدم قبلما عادت ساقطة فلنا $100 \times 1000 = 100000$ عبارة عن نشاطها اي نشاط كاف لرفع ١٠٠٠٠٠ وقية قدماً ثم لنفرض زيادة البارود في المدفع حتى يدفع القنبلة نفسها بزيادة السرعة حتى تبلغ ١٥٠٠ قدم علواً فلنا $1500 \times 1000 = 1500000$ اي كلما زادت السرعة زاد العلو الذي تبلغه القنبلة وتلك عبارة دالة على زيادة الشغل وبالنتيجة الضرورية على زيادة الشاط

(٤٢) نشاط جسم متحرك هو متناسب الى مربع

سرعه

اي اذا ضعفت سرعه زدت نشاطه اربعة امثال واذا رميت جسماً الى الاعلى بسرعة ١٠ اقدام في الثانية وآخر بسرعة ٢٠ قدماً في الثانية فالثاني يرتفع اربع مرات العلو الذي يرتفع

اليه الاول ولو زدت السرعة ثلاثة امثال لارتفع تسع مرات
 علو الاول وقس على ذلك اعني ضعف السرعة يزيد الشغل
 اربع مرات وثلاثة امثال السرعة يزيد الشغل تسعة امثال
 ومن جهة نشاط قنبلة او كلة او رصاصة لنا قياس آخر
 غير ارتفاعها في الجو وهو غلظ لوح الخشب او الحديد الذي
 تنفذ فيه فاذا وضعت عدة الواح من غلظ واحد ملامسة بعضها
 بعضاً ورميتها برصاصة سرعتها كافية لانفاذها في لوحين منها ثم
 رمية برصاصة سرعتها ضعف سرعة الاولى تراها تنفذ في اربعة
 الواح واذا جعلت سرعة الرصاصة الثالثة ثلاثة امثال سرعة الاولى
 تنفذ الرصاصة في تسعة الواح اي النشاط متناسب الى مربع
 السرعة كما قلنا

(٤٤) النشاط الخفي او المحفوظ

اذا رمي جسم الى فوق بسرعة زائدة يكون له متدار من
 النشاط ممكن استخدامه بآلة مناسبة لعمل شغل غير انه كلما
 ارتفع قلت سرعته حتى تنفذ بالتمام ويقف الحبيطة ثم يخضع للجاذبية
 ويعود ساقطاً ولنفرض انه عند ذلك نعلق براس شاقق وهذا
 هناك بدون ميل الى حركة فنسأل ابن ذهب النشاط الذي
 ابتداء به عند اول صعوده هل ضاع من الكون ولم يبق عوضاً .
 كلاً لان الجسم وهو معاق براس الشاقق وان لم يكن له نشاط

الحركة له نشاط من نوع آخر ناتج عن وضعه في رأس الشاهق اذ
يمكنك في اي وقت اردت ان تقلته حتى يقع على شيء يسحقه او
يدبر في هبوطه دولاباً او ما مثل ذلك . اعني ان نشاط الحركة
قد تحول الى نشاط مخفف وهذا النشاط المخفف نحوله الى نشاط
ظاهر ايضاً بازالة المانع لسقوطه فينتهي الى الارض بسرعة تكسبه
نفس النشاط الذي ابتداء به لما دفع الى فوق

ولاجل زيادة الايضاح لنفرض ان رجلين متساويين
نشاطاً يتراشقان بحجارة احدهما مع حجارتو على سطح بيت والاخر مع
حجارتو واقف على الارض فالامر ظاهر ان الذي على السطح
يغلب الذبي على الارض ليس لزيادة نشاطه لاننا فرضناهما
متساويين نشاطاً بل أضيف الى نشاطه كل نشاط الحجارة
الساقطة ونشاط حجارتو اكثر من نشاط حجارة الواقف على الارض
بسبب ارتفاعها

اولنفرض معطنتين احدهما كنف مائها عال والاخرى
كنف مائها على نصف علو الاخرى فالامر ظاهر ما تقدم ان
زخم المائي الاولى تعمل اربعة امثال ما يفعلة زخم المائي الثانية
فيدبر الرحي اربعة امثال سرعة الثانية ويعمل اربعة امثال يغل
الثانية

ومثل المنحنة التي يديرها الماء المنحنة التي تديرها الريح
لان الريح بمثابة القنبلة اي نشاطها نشاط جسم متحرك والريح

الصادمة شراع المطحنة الهوائية بمثابة الماء الصادم فراش المطحنة
المائية غير ان الريح ليست خاضعة لارادة الانسان اما الماء
فيستطيع ان يحصره في برك وصهاريج حتى يستخدمه متى شاء
ويوفر فلة متى شاء

الفصل التاسع في الاجسام المرتجة

(٤٥) الصوت

السكوت التام يستازم عدم الصوت تماماً وقلما يقع احدٌ في
تلك الظروف . قيل عن الذين صعدوا الى قمم الجبال العالية
وعن الذين انحبسوا مدة بين الثلوج في نواحي القطب الشمالي انه
من اروع الظروف في تلك النواحي السكوت التام المستولي
عليها احياناً وعلى الغالب لا تنتقطع عنا الاصوات الخفية لاليلاً
ولا نهاراً ودرس قوانين الصوت وشرائعه من اهم الامور والذها
عند الطبيعيين

(٤٦) الجسم الذي يغير موضعه كل لحظة متحرك لا محالة
ولكن الحركة لا تستازم تغيير الموضع . ترى البكرة التي يجر عليها
الحبل سريعة الحركة بدون تغيير موضعها

العملية الثالثة والثلاثون . اركز طرف شريط فولاذ في خشبة وانقب الطرف الآخر باصبعك نراه يهتز ويرتجف اي يتحرك بسرعة كرا وفرا ولكنه لا يتغير موضعه وتلك الحركة سميت خطرائنا وحركة خطرانية وارتجافا وارتجاجا ومثل حركة الشريط حركة الجرس والطبل عند طرقها وكذلك وترا الكمنجة والمجنك والقانون والعود والمخيط المشتد اذا ضرب واذا شددت حبلا من طرفيه وعلقت من وسطه قطعة قرطاس ثم ضربت الحبل او نفثته تظهر سرعة ارتجاجه من سرعة حركة قطعة القرطاس

وهذه الحركة الارتجاجية دالة على نشاط مثل الحركة من موضع الى موضع والدليل على ذلك كونها تنقل حركتها الى ما في جوارها واذا لمست الجسم المرتجح تشعر بالحركة وهو يضرب الهواء الكروي في جواره وينقل حركته الى دقائق الهواء الملاصقة وتلك تنقل حركتها الى ما في جوارها فتمتد الحركة ونوسع حتى يطرق الارتجاج آلة السمع فتقول طرق الصوت سمعي

الصوت او الحركة الارتجاجية تحدث من اسباب كثيرة منها الطرق كما تقدم اي طرق جامد جامدا ومن طرق سيال جامدا ومن طرق سيال سيالا ومن العرك مثل عرك القوس على الوتر ومن ملاسة جسم حار جسما باردا . وضع بعضهم على طريق العرض قطعة فضة حامية جدا على سندان

بارد فحدث صوت موسيقي وكذلك وضع بعضهم حديدية اللحام
الحامية على قطعة رصاص باردة فحدث صوت حاد وإذا وضعت
انبوبة زجاجية فوق هيب الهيدروجين المشتعل يحدث صوت
موسيقي ومرور المجرى الكهربائي في قضيب حديد معلق من
وسطه يحدث صوتاً اذا جعل طرف من طرفيه داخل لفة حدة

(٤٧) اللغظ والصوت الموسيقي

اذا أطلق مدفع بطرق تفرق البارود (اي سرعة احالته
غازاً) الهواء واخيراً بطرق تنوج الهواء آلة السمع فنسمع صوتاً
اولغظاً او دبكاً ولكن اذا كان الجسم المتأرق الهواء في حالة
الارتجاج يكرر الطرق مراراً كثيرة في ثانية من الوقت ونطرق
تلك الاصوات المتساوية المتكررة السريعة آلة السمع فنقول
سمعت موسيقى اي الطرق الواحد المتنازع الآخر اعني بينهما مدة
من الزمان يُشعر بها يحدث لغظاً والاصوات السريعة المتساوية
المتكررة بينها مدات متساوية تحدث الصوت الموسيقي

اذا طرق الجسم المرتفع الهواء مراراً قليلة في الثانية فالامر
ظاهر ان الهواء بطرق آلة السمع مراراً قليلة في الثانية واذ ذاك
نسمع صوتاً عميقاً ويقول اهل الموسيقى نغمة واطنة واذا طرق
الجسم المرتفع الهواء مراراً كثيرة كل ثانية فالهواء يترق آلة السمع
مراراً كثيرة في الثانية فنسمع صوتاً حاداً ويقول اهل الموسيقى

نغمة عالية . اعني ان النغمة الواطئة عبارة عن طرق آلة السمع
مراراً قليلة في الثانية والنغمة العالية عبارة عن طرق آلة السمع
مراراً كثيرة في الثانية

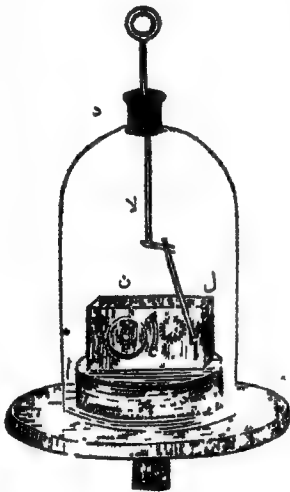
اذا طرق الارتجاج آلة السمع ٦ مرة في الثانية ودون تمييز كل طرفة
على حدتها ويسمع كل صوت منفرداً وإذا كانت بين ٦ او ٤٠٠٠٠
مرة في الثانية يسمع صوت موسيقي وإذا كان فوق ٤٠٠٠٠ في
الثانية لا يسمع صوت موسيقي بل حسيس عالي النغمة و ٢٠٠٠٠
مرة في الثانية تحدث نغمة عالية و ٥٠ مرة في الثانية تحدث نغمة
واطئة

(٤٨) للصوت نشاط اي له ان يعمل شيئاً

كثيراً ما يحدث ان الطوبجية يعرضون انفسهم على
الطبيب يشتكون من ثقل السمع وعند الفحص يرى ان الغشاء
الطلي للأذنين قد تمزق وذلك من كثرة طرقه بشدة ارتجاج
الهواء من تكرار اطلاق المدافع بقربها وإذا تفرقع مخزن بارود
بقرب بلد أو أطلق مدفع كبير بالقرب ينكسر الزجاج في
الشبابيك من شدة ارتجاج الهواء اي الصوت الشديد ذو نشاط
وله ان يعمل شيئاً وإن كان بشئ الشغل

(٤٩) الصوت لا يحدث في الخلاء بل

يحتاج الى الهواء لاجل نقله
الارتجاج يحدث في الخلاء ولكنه لا يحدث صوتاً



الشكل ٢٦

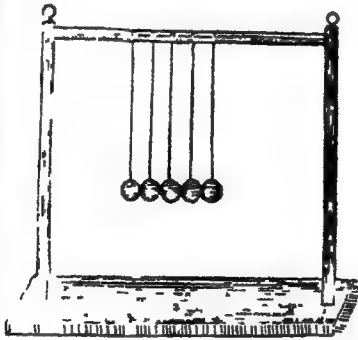
العملية الرابعة والثلاثون .
ضع جرساً او علة موسيقية
تحت قنبلة على مفرغة
الهواء كما في الشكل
السادس والعشرين وبعد
استخراج الهواء من القنبلة
ادر الآلة او اطرق
الجرس فلا تسمع له صوتاً
واذا اطلقت بارودة على
راس جبل عال فقلما

يُسمع له صوت بسبب لطافة الهواء هناك فيعجز عن نقل الارتجاج
والامر ظاهر انه اذا كان الصوت من قبل طرق الهواء آلة السمع
فحيث لا هواء هناك لا صوت

(٥٠) كيفية نقل الصوت في الهواء

اذا سمعت صوت جرس من بعيد فلا نرغم ان دقيقة الهواء التي طرقها ارتجاف الجرس هي نفسها انتهت الى اذنك وطرقت الغشاء الطلي فاحدثت حاسة السمع بل تلك طرقت التي بجانبها وسكنت وتلك طرقت التي بجانبها وسكنت وهلم جرا فانقل الارتجاج من دقيقة الى أخرى على خط مستقيم حتى اخيراً طرقت الدقائق التي هي ملاسة الغشاء الطلي في اذنك وكيفية هذا الانتقال يتضح من هذه العملية

العملية الخامسة والثلاثون . على عدة كرات بواسطة خيطان حتى تلامس الواحدة الاخرى كما في الشكل السابع



والعشرين ثم ارفع الجانية قليلاً وارخها حتى تصدم التي بجانبها فمن تصدم الثالثة والثالثة الرابعة والرابعة الخامسة

شكل ٢٧

وهي لكونها الاخيرة ولا يجانبها أخرى لتقل حركتها اليها تبعد
عن التي طرقتها وعلى هذه الكيفية نقل الصوت بواسطة دقائق
الهواء وإذا وضعت على الأرض كرتين احداها ملامسة الاخرى
ومكنت احداها برجلك وطرقت المكنة بمطرقة فالأخرى تدفع
الى بعيد بالنسبة الى شدة الطرق أي المكنة نقلت نشاط الطرق
الى المتفلة كما هو ظاهر من دفعها الى بعيد

(٥١) سرعة حركة الصوت في الهواء

النور يتحرك في الكون على سرعة ١٨٦٠٠٠ ميل كل ثانية
فاذا كانت المسافة ميلاً او ميلين لا يعتد بها وإذا اضاء نور على
تلك المسافة القصيرة منك تراه حالاً وأما الصوت فليس على
هذه السرعة بل بين حدوث الصوت واستماعه أي طرق ارتجاج
الهواء آلة السمع مدة يشعر بها وذلك يبرهن من ملاحظة لمعان
النور عند اطلاق مدفع على بعد منك لانك ترى النور مدة قبل
استماعك صوت المدفع وكذلك ترى خفوق البرق مدة قبل
استماعك صوت الرعد وإذا عرفت بعد المدفع عنك وعددت
الثواني بين اللعان واستماع الصوت تستعلم من ذلك سرعة حركة
الصوت في الهواء ولنفرض بعد المدفع عنك ١١٠٠٠ قدم أي
نحو ميلين وانك عدت عشر ثوانٍ بين رؤية لمعانه واستماع
صوته فعلى ذلك تكون حركته ١١٠٠ قدم في الثانية وقد وجد

بالامتحانات المدققة المكررة في اماكن شتى تحت ظروف متنوعة
ان الصوت ينتقل في الهواء في الظروف الاعيادية ٣٣٣ متراً
كل ثانية

(٥٢) سرعة حركة الصوت في غاز غير الهواء

تختلف باختلاف كثافة المادة

اذا كان الغاز اكثف من الهواء تكون حركة الصوت فيه
ابطأ مثالة غاز الحامض الكربونيك فانه يتحرك فيه بسرعة ٢٦١،٦
متراً في الثانية وكثافته بالنسبة الى الهواء ١،٥٣٩ وفي الاكسجين
٢١٧،٢ متراً كل ثانية وكثافته ١،٠٦ وفي غاز اكسيد الكربون
٢٣٧،٤ متراً كل ثانية وكثافته ١،٢٨. وفي غاز الهيدروجين
١٢٦٩،٥ متراً كل ثانية وكثافته ٠،٠٦٩.

(٥٣) حركة الصوت في الماء وفي الجوامد اسرع

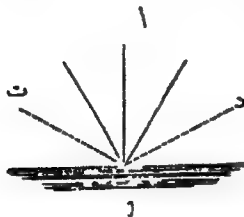
من حركته في الهواء

قد وُجد بالامتحانات شتى أجريت في بحيرة جنيف من سويسرا
ان سرعة حركة الصوت في الماء هي نحو اربعة امثال سرعته في
الهواء اي انه يتحرك في الماء على حرارة ٨° م ١٤٣٥ متراً في
الثانية واما حركته في الجوامد مثل الحديد والخشب فبين ١٠
و ١٦ مرة سرعته في الهواء اعني لو وضعت جسورة متلامسة

اطرافها على مسافة ميلين ووضعت اذنك على طرف واحد منها
وخر بش احد بدبوس على الطرف الاخر لسمعت صوت الخربشة
في اقل من ثانية من الوقت

(٥٤) الصدى وانعكاس الصوت

قد يتفق اطلاق مدافع على شاطئ البحر من السفن او من
احدى المدن عند سماع الجبل والهواء ساكن فيتردد الصوت من
الجبال والادوية على مسافات مختلفة من البعد فتعود اليك
الاصوات الواحدة بعد الآخر كان صوت كل مدفع مئة صوت
تقريباً ورد الصوت هذا هو ما سمي صدى وبنت الجبل وهو
علة مجاوبة برج محيش للنادي وهذه الظاهرة حاصلة من ضرب
ارتجاج الهواء او موج الهواء سطحاً ورده منعكساً بصد ذلك السطح
ايه وان وقع الصوت عمودياً على سطح كما من ا الى ب شكل



شكل ٢٨

٢٨ يعود الى مصدره اي الصوت
الصادر من ا بصب السطح
عند ب فيرده ذلك السطح
على الخط الذي اتى عليه ولو
وقف متكلم على مسافة ٢٠

متراً $= 65\frac{1}{2}$ قدماً او نيف عن حائط وصوت لسع كل صوت
صوته مردوداً اليه واذا كانت المسافة ٤٢ متراً يرد اليه كل
لفظة مفردة واذا كانت ٨٤ متراً ترد اليه كل كلمة مركبة من
سببين ثقيلين مثل زيدن وقس على ذلك

اذا صدر الصوت من ت شكل ٢٨ واصاب السطح عند
ب يرتد الى د بحيث تكون زاوية الوقوع ت ب ا =
زاوية الانعكاس ا ب د اي زاوية الانعكاس تعدل زاوية
الوقوع وسوف ترى ان قواعد انعكاس الصوت هي نفس قواعد
انعكاس النور

العملية السادسة والثلاثون . ضع مرآتين مقعرتين على هيئة
ما رُسم في شكل ٢٩ احدهما تجاه الاخرى على مسافة عدة اقدام
وضع في محترق احدهما ساعة ثم ضع اذنك في محترق الاخرى
او طرف انوبة متصلة باذنك فتسمع نكتكة الساعة بكل وضوح
اي امواج الهواء الحادثة من حركة الات الساعة عند ا عند



المذكورة آنفاً وعند اصابتها السطح المقعر للمرآة الثانية
تنعكس على تلك القاعدة نفسها فتجتمع التموجات كلها في ب

وهي محترق المرأة وإذا وضعت الاذن في تلك النقطة او وضعت فيها طرف انبوبة متصلة بالاذن تُسمع نكتكة الساعة بكل وضوح كما ذكر

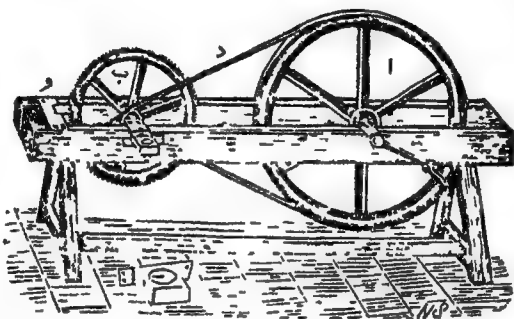
على هذا المبدأ بُنيت بعض العقود والدهاليز مثل عقد في كنيسة جرجني من اعمال جزيرة سقلية . قيل ان من هتمل هتملة عند الباب الغربي يُسمع خلف المذبح محل الاعتراف وبالعكس واتفق ان الواقف عند الباب المذكور سمع ما قيل في كرسي الاعتراف وفي اللوفر غرفة اذا هتمل فيها احد هتملة من الجانب الواحد يسمعا بكل وضوح من وقف في الجانب المقابل ولا يسمعا من وقف في محل آخر من الغرفة وفي كنيسة ماربولس في لندن تحت القبة تُسمع هتملة من الجانب الواحد في الجانب الآخر من القبة

(٥٥) كيفية استعمال عدة الاهتزازات او

الارتجافات المحدثه صوتاً على نغمة مفروضة

قد اخترعوا لذلك عدة وسائل وآلات ومن افضلها آلة سافارت وهيئتها مرسومة في شكل ٢٠ وهي مبنية على المبدأ المذكور آنفاً اي انه كلما كثرت الاهتزازات في الثانية كانت النغمة اعلى وبالعكس كلما قلت كانت النغمة واطنة والآلة المشار

اليها مؤلفة من دولاب كبير ١ يدار بواسطة ركة وعليه
سير مشدود مار على دولاب آخر اصغر ب ذي اسنان وتلامس
الاسنان قطعة كرتون حيث تصوت كلما مر عليها من من



شكل ٢٠

الاسنان على محيط الدولاب ب فاذا كان عدد الاسنان مئة
تضرب الكرتونة مئة ضربة كلما دار الدولاب دورة واحدة فنسمع
مئة صوت وإذا دارت مرة في الثانية نسمع مئة ضربة في الثانية
وإذا اسرعنا ادارة الدولاب الكبير تسرع دورة الصغير حتى اذا
ادار عشر دورات في الثانية نسمع ١٠٠٠ ضربة وإذا دار مئة
دورة في الثانية نسمع ١٠٠٠٠ صوت في الثانية وبجانب الدولاب
الصغير مقياس ه وعقرب دال على عدد الضربات فلنفرض
المطلوب عدد الارتجاجات لو تركنجة مشدود لنغمة مفروضة.
صوت الوتر وادر الدولاب متسارعا حتى يتفق الصوتان نغمة

ولاحظ مدلول العقرب واستمر على ذلك دقيقة واحدة ولاحظ
مدلول العقرب واستط الأول من الثاني فتدل الفضة على عدد
الاهتزازات في الدقيقة ومن ذلك تستعلم عدد الاهتزازات في
ثانية واحدة فلنفرض ان العقرب دل على ٦٠٠٠ ضربة في الدقيقة
اي ١٠٠٠ في الثانية فلك ان ارتجاجات الوتر للنغمة المفروضة هي
١٠٠٠ في الثانية

قد وجد بالامتحان ان اوطأ نغمة تميزها الاذن هي الحادثة
من ٢٢ هزة في الثانية واعلاها هي الحادثة من ٧٢٧٠ هزة في
في الثانية والنغمة المحاصلة من ذلك مؤلفة للسمع من تلقاء حدتها
ولذلك تُستخدم في البواخر آلة تُسمى السيرين نصوت بواسطة
البخار اذا كانت الباخرة محاطة بضباب وخيف الاصطدام بسفينة
اخرى



الفصل العاشر

الحرارة والاجسام الحامية

(٥٦) ماهية الحرارة

استفدنا مما تقدم ذكره في الفصول السابقة ان الجسم المتحرك له نشاط وان الجسم المرشح له نشاط وان الجسم المرشح لا يتغير موضعه باعتبار جهاتيه ولكن دقائقه متحركة حركة سريعة جداً كراً وفراً وفي هذا الفصل ندرس الاجسام الحامية اي العالية حرارتها

لنفرض كمية من الزيتى وكمية من الماء متعادلتين في الحرارة اي في كل واحدة منهما حرارة بحيث لا يزيد ما في الواحد عما في الآخر حرارة واذا مزجنا لايعطي الواحد من حرارته للآخر فقل اذ ذاك انها على درجة واحدة من الحرارة ولكننا لم نستفد شيئاً بذلك من جهة معرفة ماهية الحرارة

ألقي قطعة حديد في النار وعند ما تبيض من شدة الحرارة ألقيها في كفة ميزان وغيرها بالتدقيق فان كانت الحرارة شيئاً دخلت في الحديد يقتضي ان يخف كلما رد بذهاب ذلك الشيء منه ولكن وزن القطعة لا تتغير عندما تبرد عما كان وهي حامية

فوجود الحرارة لا يزيد المحامي وزناً وذهابها لا ينقصه
 (٥٧) لنفرض انك جلست في كفة ميزان ضابط ووضعت
 في الكفة الاخرى عيارات توازن ثقلك تماماً ثم قُطر بعض
 القطرات من الماء في اذنك فالامر ظاهر ان وزنك قد زاد
 بمقدار وزن قطرات الماء التي دخلت اذنك . ثم لنفرض انه
 دخل اذنك عوضاً عن الماء صوت فالامر ظاهر انك لا تزيد
 بذلك وزناً . نعم بطرق اهتزاز الهواء غشاء اذنك الطلي وتسمع
 الصوت الحادث من ذلك ولكنك لا تزيد بذلك وزناً . ولا
 يعسر عليك التعليل عن ذلك اي الماء مادة ذات وزن وإضافتها
 الى جسمك زاده وزناً ولكن الحركة الاهتزازية لا وزن لها
 ودخول الصوت انما هو دخول حركة اهتزازية ولا تزيد بذلك
 ثقلاً وما المانع من حدوث شيء ننظر ذلك في الاجسام الحامية
 اي ما المانع من كون الحرارة نوعاً من الحركة المكثرة المفرة
 الخطراية التي لا تزيد الجسم وزناً

كل الدلائل تدل على ان الحرارة هي بالتحفة نوع من الحركة
 اي حركة جواهر الجسم حركة ختارانية وعند ما يكون الجسم
 بارداً تكون تلك الجواهر ساكنة وعندما يهتدي تتحرك كل جوهرة
 صغيرة حركة ختارانية او على دوائر ومن صغرهما وسرعة حركتها
 تأسيل للعين ان تميزها لا الجواهر ولا حركتها بل ما نسبته حرارة
 انما هي تلك الحركة

وربما نجيب قائلاً ان كان الامر على ما ذكرت فلماذا لا
يصوت الجسم الحامي اذا كانت جواهره متحركة تلك الحركة
السريعة ولماذا لا تطرق الهواء في المجاورة مثل اهتزاز الطبل
او الجرس

فنجيب بل الجسم الحامي يطرق المادة المحيطة به بسرعة عجيبة
لا تدرك ولكن ذلك الطرق ليس من النوع الذي تميزه الاذن
حتى يحدث صوتاً بل تميزه العين اي يحدث منه نوري بين الجسم
المصوت مثل الوتر او الجرس والجسم الحامي الى درجة البياض
مشابهة غريبة اي كل منها دقائق او جواهره في حالة الحركة
السريعة جداً ودقائق الجرس تطرق الهواء في جواره وهو يوصل
الطرق الى آذاننا ودقائق الجسم الحامي تطرق المادة المحيطة
به وتلك المادة توصل الطرق الى عيوننا فعند امتحان الاجسام
المهتزة نعول على الاذن وعند امتحان الاجسام الحامية نعول على
العين . وكما اننا في درس الصوت اقتضى ان نبحث (١) عن
الاجسام المهتزة نفسها وسرعة اهتزازها وطريقتهما (٢) عن سرعة
انتقال الصوت الذي يحدث في الهواء هكذا في درس الاجسام
الحامية يقتضي ان ندرس (١) الاجسام نفسها و (٢) سرعة
انتقال شعاع النور والحرارة الخارجة منها ان كان في الهواء او
في الخلاء

(٥٨) تمدد المواد بالحرارة

قد سبقنا الإشارة في الجزء الاستنتاجي نمرة ٥٢ الى كون الحرارة نوعاً من الحركة وذكرت أيضاً في ذلك الجزء امثلة تدل على تمدد المواد بالحرارة والمعنى انه اذا أحي جسم بزيد حجمه ولنستعين ذلك في جامد ومائع وغاز

العملية السادسة والثلاثون . خذ كرة من الحديد او النحاس

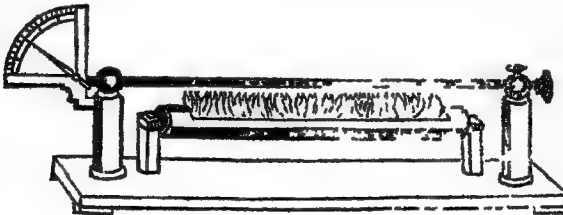


كما في شكل ٢١ وحلقة معدنية من حديد او نحاس نخط بالكرة تماماً ثم

شكل ٢١

اسم الكرة قليلاً فتراها كبرت عن الدخول في الحلقة وكلما ردت في احجامها زاد قطرها وضافت عليها الحلقة

العملية السابعة والثلاثون . خذ قضيباً معدنياً من حديد او نحاس وركبة كاني الشكل ٢٢ بحيث يمكن طرف منه ويتصل



شكل ٢٢

الطرف الآخر بعقرب يحرك على قوس مقسوم درجات او
مليمترات ثم احم القضيبي بقناديل تحترق فيتمدد بالحرارة ولكون
الطرف الواحد متمكنا يطول الى جهة الطرف الآخر منه فيحرك
العقرب على المقياس ثم متى رُفعت القناديل وبرد القضيبي يعود
الى طوله الاول ويعود العقرب الى مدلوله الاول

العملية الثامنة والثلاثون . خذ اسوبة ذات بلسوس كما في
شكل ٢٢ ملآن ماء ثم احم البلسوس فترى الماء يصعد في الاسوبة
من تمدد بالحرارة وعند نزع الحرارة يعود الى حاله
الاول



شكل ٢٢

العملية التاسعة والثلاثون . خذ الاسوبة
المستعمل في العملية السابقة وانغمس طرفها تحت
سطح الماء في كونة واتق في البلسوس هواء
ثم احم البلسوس فترى الهواء فيه يتمدد ويطرد
الماء من البلسوس ومن الاسوبة



شكل ٢٤

العملية : الاربعون . خذ مائة حيوان
(او كرس جاد) فيها هواء على مقدار تلتني
سنتها ثم احبها امام النار وقلبها حتى لا تحترق
فترى الهواء فيها يمدد حتى تنتفخ الى اقصى درجة
احتمالها

وهذه العمليات امثلة لتمدد جامد ومائع وغاز بواسطة الحرارة

وكل الاجسام تمتد بها الى كل الجهات اي تزيد مساحتها طولاً وعرضاً وعمقاً

(٥٩) قياس الحرارة . الترمومتر

اذا امتلأ بلبوس ذو انبوبة شعرية زيتاً وأُحْمِيَ بتمدد زجاج اللبوس و يتمدد الزئبق داخله غير ان الزئبق يتمدد أكثر من الزجاج و يظهر تمدده بصعوده في الانبوبة الشعرية ولكونها شعرية دقيقة جداً يظهر اقل تمدد في الزئبق ونكفي حرارة اليد لاصعاد الزئبق في الانبوبة و اقل برد يهبط فيها وهذه الآلة تصلح لقياس الحرارة السببية اي لكي نستعلم عن مادة مفروضة أي أكثر او اقل حرارة من غيرها وهي ادق من حاسة اللمس وتميز تغيرات في الحرارة لا يميزها اللمس واذا غمست اللبوس في ماء مثلاً وتركته بعض الدقائق يستقر الزئبق على درجة من العلوي في الانبوبة ثم انقله الى وعاء آخر فيه ماء اوسيا لآخر فان كانت حرارته أكثر من حرارة الاولى يمتد الزئبق في الانبوبة وان كانت اقل يهبط فياقتدل الآلة على ايها أكثر حرارة (٦٠) لاجل اصطناع الترمومتر الزئبقي هذا انبوبة شعرية ذات بلبوس واحد حتى يعاود الهواء منه ومن الانبوبة ثم اغمس طرف الانبوبة قبل ان تبرد في الزئبق فعندما يبرد اللبوس يتكون فيه خلاء وضغط الهواء الخارجي على سطح الزئبق يدفعه

في الانبوبة كما دفع الماء في طلبها الماء (نمره ٢٨) ويدخل بعضه في البلوس ثم احم البلوس والزيت الذي فيه والانبوبة في لهيب قنديل حتى يغطي الزيت ويطرد بخاره الهواء الباقي في البلوس وفي الانبوبة ويملاهما ذلك البخار عوضاً عن الهواء وفي تلك الحالة اغمس طرف الانبوبة في وعاء الزيت ثانية فيعود البخار زيتاً ويدخل الزيت من الوعاء الى الانبوبة والبلوس لكي يملأ الخلاء وما دام الكل حامياً والانبوبة مملئة الى طرفها ارم لهيب نوري على طرفها وسدّه بتدوير الزجاج حتى لا يعود يدخله هواء ثم اغمس البلوس في جليد مسحوق آخذ بالذوبان



شكل ٢٥

وانظر كم يهبط الزيت في الانبوبة وعندما يستقر ضع على الانبوبة علامة تجاه سطح الزيت داخلها لان الزيت في تلك الانبوبة يستقر دائماً على تلك العلامة اذا وضع البلوس في جايد آخذ بالنزول او اذا كانت حرارة الهواء تبدل

حرارة الجايد الذائب ثم اغمس البلوس في الماء البارد فيجهد الزيت في الانبوبة وعندما يستقر ضع على الانبوبة علامة تجاه سطح الزيت في داخلها لانه يستقر دائماً على ذلك الموضع اذا

غُمس في الماء الغالي او كانت حرارة الهواء تعدل حرارة الماء الغالي

تنبيه * درجة غليان الماء ليست ثابتة تماماً لانها تهبط كل ما ارتفع الماء فوق سطح الارض كما ستعلم ولا نلتفت الى ذلك الآن بل نحسب درجة الغليان ثابتة او ان الترمومتر على مساواة سطح البحر او قريب اليها

صار معنا على الانوبة علامتان واذا جعلت العلامة السفلى صفراً والعليا ١٠٠ وقسمت ما بينهما ١٠٠ درجة متساوية فلك ترمومتر سلسيوس او الستكراد . واذا جعلت السفلى صفراً والعليا ٨٠ وقسمت ما بينهما ٨٠ درجة متساوية فلك ترمومتر ريمور واذا جعلت السفلى ٢٢ والعليا ٢١٢ وقسمت ما بينهما ١٨٢ درجة متساوية فلك ترمومتر فاهرنهيت . انظر شكل ٢٥ اذا وضعت الانوبة على مقياس من الخشب او من مادة معدنية تُقسم الدرجات على ذلك المقياس واذا اردت ان تقسمها على الانوبة ننسها يفتضي ان نقسمها في شمع سائخ حتى تكتسي به كسوة رقيقة ثم علم على الشمع بابرة وبلغ العلامات الى الزجاج تحت الشمع ثم اغمس الكل في حامض هيدروفلوريك وهو لا يفعل بالشمع ولكنه ياكل الزجاج ويبعد منه وجيزة تجدد الحامض المتناثر اليه قد ترك عضة في كل موضع بلغت فيه الابرة الزجاج اي ازال الشمع عنه

اذا استقر الزئبق على 20° سنكرر ذلك حرارة معتدلة
اعيادية = نحو 68° ف. و 28° سنكرر = نحو 98° ف =
حرارة الدم الاعيادية

تنبيه * كل اربع درجات من قياس ريومور = 5°
سنكرر = 9° فاهرنهيت اي

ف = $\frac{9}{5} + 32$ وس = $(\text{ف} - 32) \times \frac{5}{9}$ ور = $\frac{9}{5}$

(٦١) بين الجوامد المختلفة تفاوت من جهة
مقدار تمددها بالحرارة اي بعضها يتمدد اكثر من
البعض

لاجل امتحان مقدار تمدد الجوامد بالحرارة اصطنعوا منها
قضباناً بواسطة عملية نظير السابعة والثلاثين استعملوا مقدار
تمدد كل صنف بين صفر و 100° م وكان كما في هذه القائمة
اي قضيب طوله واحد على صفر صار على 100° كما هو نجاه اسمه
الصنف تمدد قضيب طوله واحد على صفر اذا اُحيى الى 100°

١٠٠٠٨٥٣

الزجاج

١٠٠١٧١٦

النحاس الاحمر

١٠٠١٨٨٠

" الاصفر

الصف تمدد قضيب طوله واحد على صفر اذا أحيى الى ١٠٠

حديد لين ١٠٠. ١١٩٨.

حديد صلب ١٠٠. ١. ٩٠.

فولاذ ١٠٠. ١١٢٦

رصاص ١٠٠. ٢٨١٨

تنك او قصدير ١٠٠. ١٩٥٩

الفضة ١٠٠. ١٩٢٣

الذهب ١٠٠. ١٤٤١

البلاتين ١٠٠. ٠. ٨. ٧

الزنك ١٠٠. ٢٩٧٦

اي اذا كان طول قضيب زجاج على صفر ذراعاً واحدة ثم أحيى الى ١٠٠ س يصير طوله ذراعاً و $\frac{4}{1000}$ من الذراع وقس على ذلك البواقي

(٦٢) تمدد المائعات بالحرارة

المائعات لا تُصنع منها قضبان حتى يُتَحَن بها التمدد بالحرارة مثل الجوامد بل يقتضي احماؤها في اوعية وتلك الاوعية تتمدد ايضاً بالحرارة ولذلك قسموا تمدد المائعات الى ظاهر وحقيقي . اما الظاهر فهو زيادة حجم المائع في وعاء يتمدد بالحرارة غير ان تمدده اقل من تمدد المائع . واما الحقيقي فهو تمدد المائع نفسه

بدون نظر الى الوعاء . فلنفرض مكبلاً معيناً من المائع تحت
الامتحان وليكن وقية واحدة مثلاً ولناخذ منه ١٠٠٠٠٠ وقية
على درجة الصفر اى درجة تجميد الماء ولنستعلم كم تزيد اذا
أُحييت الى ١٠٠° اى درجة غليان الماء فلو أخذ من الزيت
١٠٠٠٠٠ وقية على درجة الصفر وأُحييت الى ١٠٠° س لصارت
١٠١٨١٥ اى زاد ١٨١٥ وقية ولو أخذ من الماء عوضاً من
الزيت ل زاد ٤٢١ وقية وقد وُجد بالامتحان المدقق ان تمدد
المائعات بالحرارة هذه القاعدة

تمدد المائعات بالحرارة هو أكثر من تمدد الجوامد
بها على شرط كونها على درجة واحدة من الحرارة .
والمائعات على درجات عالية من الحرارة اسرع تمدداً
مما هي على درجات واطئة منها
(٦٢) تمدد الماء بالحرارة

الماء يجهد على صفر سنتكراد ثم اذا أُحيى وهو على درجة
الصفر فلا يأخذ بالتمدد عند اول ارتفاع حرارته بل ينقلص أكثر
الى ان يبلغ ٤° س ومن ثم يتمدد كلما زادت الحرارة اى الماء
على اعظم كثافته اذا كان على درجة ٤° س واذا فرضنا جرمه
وهو على ٤° س واحداً يكون جرمه على درجات مختلفة من الحرارة كما

في هذه القائمة

| جرم | حرارة |
|---------|-------|
| ١٠٠٠٠١٣ | ° . |
| ١٠٠٠٠٠٠ | ° ٤ |
| ١٠٠٠٠٢٧ | ° ١٠ |
| ١٠٠٠١٧٩ | ° ٢٠ |
| ١٠٠٠٤٣٣ | ° ٣٠ |
| ١٠٠٠٧٧٣ | ° ٤٠ |
| ١٠٠١٢٠٥ | ° ٥٠ |
| ١٠٠١٦٩٨ | ° ٦٠ |
| ١٠٠٢٨٨٥ | ° ٧٠ |
| ١٠٠٤٣١٥ | ° ١٠٠ |

(٦٤) تمدد الغازات بالحرارة

الغازات تتمدد بالحرارة ولكنها تتمدد أيضاً اذا ارتفع عنها ضغط الهواء الكروي كما رأيت من العملية الـ ٢٥ فاذا قصدنا امتحان تمدد غاز بالحرارة يقتضي ان نفرض كونه تحت ضغط معلوم من قبل الهواء الكروي وقد اعتمدوا على فرض الضغط ما كان في الفلا على صفر وقد وُجد بالامتحان ان كيساً ضابطاً فيه ١٠٠ قيراط مكعب من الهواء على صفر اذا أُحيى الى ١٠٠° يصير

١٢٦٧ قيراطاً مكعباً وكيفية العمل ان نغمس الكيس الذي فيه
 ١٠٠٠ قيراط مكعب من الهواء في وعاء فيه ماء على صفر فيرتفع
 الماء في الوعاء مقدار ١٠٠٠ قيراط مكعب وهذه هي الزيادة من
 قبل غمس الكيس فيه ثم اغمس الكيس في الوعاء نفسه بعد وضع
 ماء على ١٠٠ فيه فبجده يرتفع ١٢٦٧ قيراطاً مكعباً اي الهواء
 تمدد هذا المقدار برفع حرارته من صفر الى ١٠٠

(٦٥) شدة فعل التمدد بواسطة الحرارة

ان المائعات والجوامد من تمددها بالحرارة تفعل افعالاً
 تدل على قوة زائدة ومن امثلتها انه اذا ملئت كرة حديد ماء ثم
 سدّت سداً محكمًا بلولب ثم اُحميت تنفجر بشدة من تمدد الماء فيها
 وجواهر السكك الحديدية تحت حرارة الشمس تتمدد الى درجة
 تستلزم وضعها بحيث لا تمس الاطراف بعضها بعضاً بالتمام لئلا
 تنحزح من مواضعها بالتمدد . وفي اصطناع عجالات العربات
 تُحشى أطرها الحديدية حتى تتمدد ثم تتركب على العجلات وهي
 حامية واذا بردت تنقلص فتشدد اشتداداً لا يحصل عليه بواسطة
 أخرى

اذا اُحمي قضيب حديد طوله متر واحد (٣٩٠٢ قيراطاً)
 من صفر الى ١٠٠ س يصير طوله ١٠١٧ من المتر واذا برد من
 ١٠٠ الى صفر يتقلص هذا المقدار نفسه وقد حُسب ان ذلك

يعدل ضغط ٢٤٥٠ كيلوكرام

(٦٦) الحرارة النوعية

ذكرنا آنفاً (نمر ٢٦) الكثافة النسبية أو الثقل النوعي وبين المواد تفاوت عظيم من جهة مقدار الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارتها مقداراً مفروضاً أي بعض الاجسام لرفع حرارتها درجة واحدة تستلزم حرارة أكثر من البعض ومقدار الحرارة اللازمة لرفع حرارة مادة درجة واحدة سُميت حرارتها النوعية وللماء حرارة نوعية فوق سائر المواد أي يقتضي لرفع حرارة رطل ماء درجة واحدة حرارة أكثر مما يقتضي لرفع حرارة رطل من سائر المواد درجة واحدة أي الحرارة اللازمة لرفع رطل ماء درجة ترفع تسعة أرطال حديد درجة واحدة أو ١١ رطلاً من التوتيا أو ٢٠ رطلاً من الزينق أو الذهب

العملية المحادية والأربعون . لاجل برهان زيادة حرارة الماء النوعية خذ قيتين من الزينق واحمهما إلى ١٠٠° س أي إلى درجه غليان الماء ثم اضافة إلى وقية ماء على حرارة الهواء الاعتيادية ولاحظ الترمومتر المنغموس في الماء قبل اضافة الزينق المحامي اليه وبعده فترى ان حرارة الماء لم ترتفع أكثر من نحو ٥° من تلقاء اضافة الزينق الساخن اليه

(٦٧) تغيير الهيئة بالحرارة

ذكرنا في الفصل الرابع ان للهوى ثلاث هيئات اي المجمودة والسبولة والغازية وكل جامد اذا اُحيى يتحول اولاً الى مائع او سيال ثم الى غاز وذكر في الجزء الاستنتاجي ان الجليد والماء والبخار المائي ثلاث هيئات لمادة واحدة وان الجليد اذا اُحيى يصير ماء والماء اذا اُحيى يصير بخاراً وهذه التغيرات نفسها تصيب اي جسم كان اذا عومل هذه المعاملة نفسها . مثال ذلك خذ قطعة من المعدن المعروف بالزنك او التوتيا واحمها فتراها اولاً تُصهر ثم اذا زدت الحرارة تصير على هيئة بخار الزنك وكذلك البزموت والانتيمون حتى الحديد والنولاذ ايضاً يتحول بخاراً بالحرارة وبواسطة المادة الكهربية يتحول اية مادة كانت بخاراً غير ان العمل لا يُعكس اي لا نستطيع ان نحول كل المواد الى مائعات او جوامد مثال ذلك الكحول الصرف فانه لم يتمكن احد من احواله عن حالة المائع الى حال الجمود ولكن القياس يدلنا على انه لو استطعنا ان نبرد الكحول بما يكفي لاستحال جامداً وكذلك لم يستطع احد ان يحول الهواء الكروي مائعاً ولكن القياس يدل على انه اذا بردناه بما يكفي يستحيل مائعاً وعجزنا عن ذلك هو لعجزنا عن تخفيض درجة الحرارة بما يكفي . ولا نظن ان البرد شيء قائم بنفسه بل انما هو نقصان الحرارة ومهما

بردنا جسماً فلا بد من بقاء شيء من الحرارة فيه وحاسة اللمس لا تكفي دليلاً في هذه الظروف وقد يحدث ان جسمين يكونان على درجة واحدة من الحرارة حسب مدلول الترمومتر وان حاسة اللمس تحكم بكون احدهما ابرد من الآخر . واذا غمسنا يداً واحدة في ماء حاراً والاخرى في ماء بارد في الوقت نفسه ثم غمسناهما معاً في ماء على الحرارة الاعيادية فالتى كانت في الماء البارد نشعر بحرارة والتي كانت في الماء الحار نشعر ببرودة فلا يجوز الاتكال على حاسة اللمس لاجل تمييز حرارة مادة او جسم بل يقتضي الاستعانة بالترموتر ولا تظن ان البرد شيء غير نقصان الحرارة

(٦٨) ينتج مما تقدم قياساً ان كل المواد اذا بردناها بالكفاية تصبح جوامد اي اذا نقصنا حرارتها بما يكفي ثم اذا اُحميت تعود مائعات ثم ابخرة غير انه بين المواد تفاوت كلي من جهة سهولة قبولها هذه التغيرات فالجليد يذوب سريعاً ويحول ماء بحرارة قليلة واما التوتيا والرصاص فيقتضي رفع حرارتها ٢٠٠° او ٢٠٠° حتى نحول من الجموده الى السيولة والحديد يستعصي اكثر من ذلك والبلاطين اشد من الحديد استعصاء على الاحالة بالحرارة من الجموده الى السيولة وفي هذه القائمة درجة حرارة احالة بعض المواد مائعات

الجليد يصهر على ٠...٥°

| | | |
|--------------|-----|-------|
| النصفور بصهر | على | ٠.٠٤٤ |
| شم الحوت | " | ٠.٠٤٩ |
| البوناسيوم | " | ٠.٠٥٨ |
| الصوديوم | " | ٠.٠٩٧ |
| التصدير | " | ٠.٢٣٥ |
| الرصاص | " | ٠.٢٣٥ |
| النفط | " | ١.٠٠٠ |
| الذهب | " | ١٢٥٠ |
| الحديد | " | ١٥٠٠ |

اما اللاتين فدرجة اصهاره غير معروفة لعلوها والكربون اشد منه استعصاء واشد النيران لا تصهره ولم ير احد قط النجم او الجهر سائخا يجري من النار مائعا مثل الحديد المصهور يجري من الكور والحاصل ان جميع المواد تتغير نوعا بالحرارة ولو قدرنا ان نقص الحرارة بما يكفي لصارت جميعها جوامد ولو استطعنا ان نرفع درجة الحرارة بما يكفي لاستحالت جميعها مائعات ثم انجرة مثل بخار الماء والماء من هذه الجهة رمز ومثال يقاس عليه سائر المواد واذا درسنا الماء وقلنا انه وتغيراته تحت الحرارة من حالة الجبودة على هيئة الجليد الى الحالة البخارية فلنا من ذلك قياس استقرائي نفيس عليه غيره من المواد

(٦٩) حرارة الماء الخفية

اذا سُحِقَ مقدارٌ من الجليد في ايام البرد الشديد وُعْمِسَ فيه بلبوس الترمومتر ربما يهبط الزئبق الى 15° او 20° تحت الصفر ثم اذا أُحِيَ الجليد ترتفع حرارته مثل سائر الجوامد ويرتفع الزئبق غير انه متى انتهت الى صفر سنكراد $= 22^{\circ}$ ف لا يرتفع الزئبق اكثر من ذلك ولا يحط شعرة ما دام شيء من الجليد غير مذوب وان سئل ما هو فعل كل تلك الحرارة ان لم ترتفع درجة حرارة الماء وابن ذهبت نقول انها تذوب الجليد وفي اول الامر تنصرف الحرارة الى رفع درجة حرارة الجليد الى صفر سنكراد ثم بعد ذلك تنصرف الى تذويب الجليد ولا يذهب شيء منها للماء مادام اقل شيء من الجليد موجوداً وتلك الحرارة سُميت حرارة خفية لانها غير ظاهرة بواسطة الترمومتر ولك ان تحقّق ما قيل بوضع جليد مسحوق في قدر على النار واذا غسست فيه الترمومتر تراه على صفر ويبقى على ذلك حتى يذوب كل الجليد مما قويت النار تحته

(٧٠) حرارة البخار الخفية

بعد احواله الجليد ماء اذا ادمت الاحياء تصعد درجة حرارته مثل سائر المواد والاجسام حتى تبلغ 100° سنكراد =

٢١٢° ف اي درجة الغليان وتقف على ذلك ويحول الماء بخاراً
 درجة حرارته ١٠٠° لا أكثر وكل الحرارة الزائدة تنصرف الى احالة
 الماء بخاراً وكما رأيت ان جانباً كبيراً من الحرارة انصرف الى
 احالة الجليد ماء فاخفي هكذا ينصرف جانب كبير منها الى احالة
 الماء بخاراً فيخفي وسُميت خفية لانها لا تظهر للثرمو متر ولك ان
 تحقق ذلك بغمس الثرمومتر في الماء الغالي فتراه يصعد الى ١٠٠°
 ثم لا يرتفع اكثر من ذلك ولو جفنت الماء كله اي لو حولته
 كله بخاراً . وقد وُجد بالامتحان ان الحرارة الخفية اللازمة
 لاحالة وقية جليد على صفر الى ماء على صفر هي كافية لرفع حرارة
 ٧٩ وقية ماء درجة واحدة فقبل ان حرارة الماء الخفية تعدل
 ٧٩ و يقتضي لاحالة وقية ماء على ١٠٠° الى بخار على ١٠٠° حرارة
 كافية لرفع درجة حرارة ٥٢٧ وقية ماء درجة واحدة فقبل ان
 حرارة البخار الخفية يعدل ٥٢٧

يقتضي اندوب الجليد جانب من الحرارة ويتبقي لذلك
 جانب من الوقت ايضاً وهذا من جملة مراحم الباري تعالى في
 خلقه الكون وتربيته اياه لانه لولا ذلك لنحول كل الثلج الى ماء
 على الجبال ما في لينة حالما ارتفعت الحرارة فرق صفر ستكراد
 وكانت تطوف على السهول ويحرق الاثرية وقيل الصنوبر يتابع
 الاشجار ويتريق النرى الضباع مع ما فيها من الناس والحيوان الرحمة
 ظاهرة في الماء الزمة لاحالة الماء بخاراً بعد بلوغه درجة الغليان

لأنه لو احوالت الماء بخاراً فجاءه بعد بلوغ الحرارة درجة الغليان
لانفجرت بقوة البخار كل خلية وكل وعاء ضابط وكانت الآلة
البخارية غير ممكنة

ذكر في الجزء الاستفاحي (نمره ٤٠ فصاعداً) ان البخار غاز
غير منظور مثل الهواء الكروي وذلك يتضح لك اذا لاحظت
بليلة ابريق فيه ماء على درجة الغليان اي لا ترى بقرب البليلة
شيئاً مع ان البخار خارج منها بشدة ثم على بعد نحو قبراط من
البليلة ترى ضباباً وهو من تكاثف البخار باصابت الهواء البارد اياه
واذا لاحظت البخار الثالث من آلة بخارية ترى انه لا يرى بقرب
فوهة الاثوبة التي يخرج منها بل على بعد منها بعدما يتحول ضباباً
والبخار المتخفي غير منظور كما تقدم واذا تحول ضباباً يمنع نطقاً
اي قد عاد ماء كما كان قبل ما تحول بخاراً بالحرارة

(٧١) الشليان والتبخّر

قلنا آتياً ان الماء اذا أغلي يتحول بخاراً ولكن لا يزعم
احد ان البخار لا يصعد عن الماء او بالاحرى ان الماء لا يتحول
بخاراً الا على درجة الغليان من الحرارة بل يتبدى يتحول بخاراً
قبل ان يبلغ الحرارة درجة الغليان كما يتحقق لك اذا لاحظت وعاء
فيه ماء على النار اذ ترى الضباب يصعد منه حالما يتبدى يسخن
وقبل الشليان الحرارة منصرفه الى احماء الى احواله بخاراً وعند

ما يبلغ درجة الغليان تنصرف الحرارة كلها الى احالة الماء بخاراً ولا ترتفع حرارته فوق تلك الدرجة والبخار يفلت من كل اجزاء الوعاء من اسفله ومن جوانبه ومن اعلاه ونسمع صوت صعود فقائيع البخار وهي صاعدة من اسفل الماء لكي تفلت من اعلاه . والبخار صاعد عن الماء في كل درجة من الحرارة كما يتحقق لك اذا وضعت صحن ماء في الهواء ثم افنتدته بعد مدة تجدد الماء قد جف اي تحوّل بخاراً والتبخّر جاري على الدوام من سطح البحر والتجّارات والانهر ومن كل مجتمع ماء على سطح الارض بل الجليد نفسه يتبخّر واذا وزنت قطعة من الجليد وتركها مدة في الهواء على حرارة دون درجة ذوبان الجليد ثم وزنتها ايضاً تجدها اخف وزناً مما كانت اي تحوّل بعضها بخاراً ولو كانت على درجة من الحرارة دون الصفر

(٧٢) درجة الغليان متوقفة على ضغط الهواء

الكروي

ان درجة ذوبان الجليد ثابتة اي هي صفر سنتركرا د او ٣٢° ف اما درجة غليان الماء فهي ١٠٠° س = ٢١٢° ف اذا كان ضغط الهواء الكروي على ما هو عند شاطئ البحر واذا خف ضغط الهواء عن ذلك يغلي الماء قبل بلوغ الحرارة ١٠٠° س واذا ذاك

تري الماء على شوايح الجبال يغلي بحرارة اقل مما يستلزم للغليان
على شط البحر لان ضغط الهواء هناك اخف واذا صعدت الى
راس جبل بلانك في سويسرا اي الى علو نحو ثلاثة اميال فوق
مساواة سطح البحر يغلي الماء على ٨٥° س وتلك الدرجة ليست
بكافية لنضج بعض الاطعمة فيتعذر الطبخ بالماء على تلك المعالي . واذا
نزلت الى معدن تحت سطح الارض يكون ضغط الهواء هناك
اكثر مما هو على سطحها فترتفع درجة الغليان الى فوق ١٠٠° س
العملية الثانية والاربعون . خذ قينة واملاها بماء واغل



شكل ٣٦

الماء حتى يطرده البخار
الهواء منها بحيث لا
يبقى في القينة غير
الماء ويحاروهم سدها
سدًا محكمًا وهي في حالة
الغليان واقفلها كما في
شكل ٣٦ وبعد ما
تسكن الغليان صب
ماء باردًا على القسم

البارغ منها فيبتدى الغليان ايضًا وعادة هذه الساهرة هي ان الماء
المبرد احوال البخار الكاس في فراغ انقيسة ماء وحصل من ذلك
خلالة فاخذ بعض الماء ينحوّل بجارًا ليملاً الحلاء فظهرت حركة

الغليان التي منها ضغط الجار قل تكثيفه بالماء البارد

(٧٣) ان بعض الاجسام تتمدد وبعضها تنقلص
عند احوالها من الجمودة الى السيولة

الجليد اخف من الماء كما يعلم من عومه على سطح الماء وذلك
لان الماء يتمدد عندما يتجلد وهذا التمدد شديد القوة جداً حتى
اذا ملأت كرة حديد ماء وجلدته تفجر الكرة بسدة تمدد الماء
عند احواله جليداً وفي الاقاليم الباردة يقع من هذا القبيل اذا
بلغ على الاوعية الحاوية ماء في ايام البرد الشديد اما المولاد
والحديد المصوب فتقلص مثل الجليد عند صهرها اي المولاد
المصهور والحديد المصهور يتدد اذا برد مثل الماء عند صهره
وقطعة فولاذ اذا اُلقيت في وعاء فولاذ مصهور تعوم فيه وقبل
ان الحديد اذا اُلقي في حديد مصهور يعوم . اما النصة والذهب
والنحاس فتتمدد اذا اُسهرت وتقلص اذا بردت وحدث ولذلك
اذا صببت في قوالب لا تنعد الى كل خلوها ورجاعتها ومن هذا
القبيل لا يصلح ان تصنع معاملة النصة والذهب بالصب بل
بقتضي ان تصك صكاً

غبر ان جميع المواد تتمدد اذا تحولت غاراً وقيراط مكعب
من الماء اذا تحول بجاراً بصير ١٧٠٠ قيراط مكعب كما عرفت من

الجزء الاستنتاجي

(٧٤) الحرارة والجاذبية الكيميائية

ذكر في ما تقدم فعل الحرارة في تغيير حال المواد من جامد الى مائع ومن مائع الى بخار ولما فعل كلي ايضاً بنتائج الالفة الكيميائية اي انها تسهلها كما ترى من ان النغم لا يتركب مع الأكسجين على درجات الحرارة الاعيادية ولذلك نستطيع ان نخزنه في مخازننا الى حين الاحياج اليه وقد رأيت من الجزء الثاني العملية السابعة ان النحاس والكبريت لم يتحد حتى انتهت الحرارة وعند ذلك جرى الاتحاد وتولدت حرارة كافية له بدون مساعدة المصباح

(٧٥) الامزجة المجلدة

ذكر في الجزء الثاني ان التركيب الكيميائي يولد حرارة وهذا القول صحيح ثابت لا يخجل ابداً وربما اعترض معترض بان بعض المواد اذا مزجت تحدث برداً لا حرارة مثل مزج الجليد والملح فانه يُستخدم لتجليد بعض الاشربة فابن الحرارة المتولدة

فاجيب نعم انه يحدث من مزج الجليد والملح برد شديد ولكن ذلك لانها يتحولان سريعاً من المجمودة الى السيولة اي يذوبان

وهذه الاحالة يرافقها اختفاء جانب من الحرارة فكانها يمصّان
 الحرارة من المواد في جوارها فتبرد تلك المواد الى درجة التجلد
 وهذا هو الحال في سائر الامزجة المجلدة وايضاحاً لذلك امزج
 كمية من الجليد والملح واغمس بلبوس الثرمومتر في المزيج ترى
 الزئبق يهبط سريعاً الى تحت الصفر وذلك يبرهن ان المزيج
 ابرد من الجليد في حالة الذوبان لانه على صفر من الحرارة اية
 احالة الجليد والملح من حالة الجمودة الى حالة السيولة بلغت جانباً
 من حرارتها فصار السيل الناتج دونها حرارة . والمزيج من اي
 جسمين كان اذا ذوّب احدهما الآخر يُخفّض درجة الحرارة وتلك
 الامزجة سُميت امزجة مجلدة

ومثل ذلك يحدث اذا تحوّل مانع الى بخار سريعاً اية
 احالة المادة من اكثف الى الطيف يُخفّي الحرارة اذ يقتضي جانب
 من الحرارة لاحالة المادة بخاراً كما عرفت من غليان الماء واذا
 صببت قليلاً من الاثير على يدك تشعر بحاسة البرد لان سرعة
 احالة الاثير بخاراً ايمص جانباً من حرارة يدك اي تلك الحرارة
 تخففي في البخار ولو عكست العمل اي ضغطت البخار حتى تحوّل
 مائعاً ظهرت الحرارة التخيفية وبواسطة سرعة احالة بعض المائعات
 بخاراً تخفّض درجة الحرارة الى ما تحت الصفر

العملية الثالثة والاربعون . ضع تحت قابلة على صحن مفرغة
 الهواء حامضاً كبيرتيكاً ثقيلًا في وعاء وماء في وعاء آخر ضحل

وأخرج الهواء من القابلة سريعاً فمن سرعة تبخر الماء يتجلد أي من سرعة حالته بخاراً تخففي حرارته حتى تهبط إلى ما تحت الصفر فيتجلد الماء ونطلب من الطالب الفطن التعليل عن سبب وضع الحامض الكبير بينك مع الماء تحت القابلة وما الداعي لذلك ولماذا لا تصح العملية بدون ذلك

(٧٦) تفريق الحرارة بالنقل والحمل والإشعاع

الحرارة تطلب الموازنة أي تنقل من جسم حرارته أكثر إلى جسم حرارته أقل حتى يصير على درجة واحدة غير أن نقل الحرارة من جسم إلى آخر أو من مادة إلى أخرى تتم على طرق مختلفة . إذا وضعت طرف قضيب حديد في النار تنقل الحرارة بالتدرج من الطرف الحامي إلى سائر القضيب حتى لا نستطيع أن نمسكه من الطرف الآخر مع أنه بعيد عن النار ومرور الحرارة على هذه الكيفية من دقيقة إلى أخرى من الجسم سمي نقل الحرارة

إذا شعلت ناراً تحت قدر ملآن ماء فتحى دقائق الماء السفلى وتهدد بالحرارة فتتحف بالنسبة إلى سائر الماء فتصعد مثل ما يصعد الفلين إذا غمسته تحت سطح الماء لأنه أخف منه وتأتي دقائق أخرى موضعها فتحى وتصعد إلى أن يحمى الجميع وهذه الطريقة سُميت حمل الحرارة

وماذا نقول عن وصل حرارة الشمس إلينا اذ لا يصح التعليل
عن ذلك على طريقة النقل ولا على طريقة الحمل لانه ليس بيننا
وبين الشمس مادة ننقل الحرارة ولا مادة نحملها وهي مع نور
الشمس تصل إلينا في نحو ثمانين دقائق بعد المزور على أكثر من
٩٠ ألف ميل وفي يوم البرد أي عند ما يكون الهواء الكروي
بارداً جداً اذا جلست في شعاع الشمس نجد لها حامية وهذه الطريقة
لوصل الحرارة سببت اشعاعاً

(٧٧) المواد الصالحة وغير الصالحة لنقل

الحرارة

ذكرنا آنفاً انه اذا وُضع طرف قضيب حديد في النار يستغن
كله حتى لا نستطيع ان نمسكه من طرفه الآخر اذا استعوضت
عن قضيب الحديد بقضيب زجاج نستطيع ان نمسكه بقرب النار
وقطعة الفحم او قضيب من شجر يُشعل وبمسك حد الجزء المشتعل
منه . ونعزل عن ذلك بان الحديد صالح لنقل الحرارة والزجاج
والمحطب والفحم مواد غير صالحة لنقل الحرارة وهذا القول بالحقيقة
نصرح بالواقع لا تعليل . والصوف والريش والشعر مواد غير
صالحة لنقل الحرارة فجعلها الخالق سبحانه كسوة للحيوان لان الحيوان
يحتاج الى حرارة اعلى من حرارة الهواء المحيط به على الغالب ولذلك

كُسي مواد لا تنقل عنه الحرارة المتولدة في جسمه وترى أحياناً
خلاقين الآلات البخارية مكسوة لبداً أو خشباً تحته نشارة وذلك
لتوفر الحرارة بمنع نقلها وإشعاعها

وقد تصلح المواد غير الصالحة لنقل الحرارة للتخفظ منها كما
إنها تصلح لحفظها فإنما اردت حفظ قطعة جليد لفنتها في لبد
وقش حتى لا تُنقل اليها الحرارة من الخارج فتذوبها والمائي في
الشمس القادحة ربما وقى جسمه من حرارتها بلبس عباءة تمنع نقل
الحرارة الخارجية الى جسمه

ولاجل ايضاح التفاوت بين المواد في نقل الحرارة اجري
هذه العملية

العملية الرابعة والاربعون . خذ عدة قضبان من مواد
مختلفة على طول واحد وغلاظة واحدة واركز طرفاً منها في عمود



شكل ٢٧

او جرس كما في شكل ٢٧ وركب على
الطرف الآخر لكل واحد قطعة فضفور
واضرم تحت الجرس قندلاً غازياً او الكحولياً
فترى الفصفور يشعل على اوقات مختلفة
تقصر المدة وتطول حسب صلاحية المادة
لنقل الحرارة وإذا حسبنا صلاحية الفضة
لنقل الحرارة ١٠٠٠ تكون صلاحية غيرها
من المواد كما في هذه القائمة

| | | | |
|-----|-----------|------|---------------|
| ١١٩ | الحديد | ١٠٠٠ | الفضة |
| ١١٦ | الفولاذ | ٧٧٦ | النحاس |
| ٨٥ | الرصاص | ٥٣٢ | الذهب |
| ٨٤ | البلاتين | ٢٢٦ | النحاس الاصفر |
| ٦٣ | البلاديوم | ١٩٠ | الزنك |
| ١٨ | البزموت | ١٤٥ | النصدير |

ألقى طرف ملعقة فضة وملعقة نحاس وملعقة قصدير في ماء غالي فغن قليل لا تستطيع ان تمسك ملعقة الفضة من طرفها الخارج من الماء والتي من النحاس تمسك والتي من القصدير قلما تحبس وهذه الخاصة اي صلاحية المعادن لنقل الحرارة بعزلها عن فعل الفئار المعدني او فئار الامان للسرهفري دائي المذكور في الجزء الثاني اي الكيمياء صحفة ٨٥

(٧٨) حمل الحرارة



شكل ٢٨

ما من احدٍ اذا قصد اغلاء قدره بضم النار فوقها بل نحتها لعل اكثر الناس يزعمون ان ذلك لازم لكون النار يصعد الى الاعلى غير ان هذا السبب ليس بكافي للتعليل عن لزوم اضرار النار تحت القدر كما يتضح من هذه العملية

العملية الخامسة والاربعون . خذ كوبة ماء بارد وغير
درجة حرارتها بالثرمومتر ثم ألقِ في الماء درهما او درهمنين من
الاثير وهو لكونه اخف من الماء يعوم على سطحه ثم اشعله ودعه
يشعل عدة دقائق حتى يحترق الاثير او اطفئ بعد ما يشعل
مدة على سطح الماء ثم حرك الماء وانغمس فيه الثرمومتر فترى ان
حرارة الماء زادت قليلاً جداً بالنسبة الى شدة حرارة الاثير المشتعل
ولو أشعل تحت الماء لارتفعت درجة حرارته كثيراً

العملية السادسة والاربعون . خذ قنينة كروية الشكل كما في
شكل ٢٨ وركبها على حامل حديد واملاها ماء واطرح في الماء
مسحوق النيل او مادة أخرى ملونة لا تذوب في الماء ثم عند
اضرام قنديل تحت القنينة ترى تلك القطع الملونة تصعد وتنزل
وذلك لان الدقائق السفلى من الماء عندما تحمى تخف كما ذكر
آنفاً وتتمد وتبعد الى الاعلى وتأتي موضعها دقائق باردة وعلى
هذه الكيفية تتكون تيارات صاعدة نازلة تدل عليها حركة
القطع الملونة وكل دقيقة حامية تحمل حرارتها وتصعد وتعطي
مكاناً للنبي هي اقل حرارة منها وهكذا يسخن كل الماء في الوعاء
سريعاً

في الاقاليم الباردة نرى الانهر والبحيرات تتجلد سطوحها
في فصل البرد وذلك لان الدقائق السطحية تُخفص حرارتها
فتثقل وتغرق وتأتي موضعها أخرى وهذه ايضاً تثقل وتغرق

وهلم جراً حتى يبرد كل الماء الى نحو ٤° س وبعد ذلك يمدد الماء بزيادة البرد اي اذا هبطت حرارتها تحت ٤° س تتمدد كما عرفت ما ذكر آنفاً فتعوم ولا تفرق ويتكون الجليد على سطح الماء والجليد اخف من الماء فيعوم على سطحه كما عرفت . ولو كان الجليد اثقل من الماء لفرق حالما تتكون منه قشرة ثم تتكون قشرة أخرى فتفرق وهلم جراً حتى يجمد كل ماء البحيرة او النهر ويتكون مقدار من الجليد لا تكفي كل حرارة الصيف لتذويه

في الاقاليم الاستوائية يحس الهواء من شدة حرارة الشمس و يصعد الى الاعلى ويأتي عوضاً عنه هواء بارد من الشمال والجنوب والهواء الحار يذهب شمالاً وجنوباً نحو القطبين في طبقات الجو العليا وتأتي مجاري هوائها من الشمال والجنوب بقرب سطح الارض لئلا خلاء الحادث من صعود الهواء الحار وهكذا تتكون مجاري هوائها اي الرياح وتلك المجاري الهابطة مدة مستطيلة من اجهة واحدة في الاقاليم الاستوائية سميت الرياح التجارية كما ستعلم في الجزء الرابع

(٧٩) إشعاع الحرارة

اذا وقفت امام النار او أدنيت يدك الى جسم حام تشعر بحرارة خارجة من النار او من الجسم الحامي والجسم الحامي يدفع

الى كل الجهات على السواء وهذه هي طريقة الاشعاع التي بها
تصل الينا الحرارة من الشمس مع نورها
اذا احميت جسماً كقطعة حديد مثلاً تشعر في اول الامر
انها تدفع شعاع حرارة الى كل جهة لانك من أية جهة قربت
يدك اليها تشعر بالحرارة الخارجة منها غير ان تلك الشعاع
مظلمة لا نور فيها ثم اذا احميت القطعة اكثر تراها تدفع حرارة
ونوراً احمر ثم نوراً اصفر ثم نوراً ابيض مثل نور الشمس فلتتقدم
الآن من درس الحرارة الى درس النور اي تلك الشعاع اللامعة
الخارجة من الجسم المحمى الى درجة عالية



الفصل الحادي عشر في النور

(٨٠) اذا أحي جسم يدفع من حرارته الى المادة المحيطة به وهذه القوة او هذا النشاط تمتد على هيئة موجات بسرعة عجيبة اي ١٨٦.٠٠ ميل كل ثانية وان لم تكن حرارة الجسم عالية لا تظهر تلك التموجات للنظر بل تبقى محسوسة بها غير منظورة وهي شعاع الحرارة المظلمة او غير المنظورة كالتي تُشع عن وعاء ملآن ماء غالباً مثلاً او عن كلة حامية دون درجة الاحمرار . ثم اذا ارتفعت درجة الحرارة تَرى اولا شعاع حمراً ثم اذا ارتفعت الحرارة اكثر ترى شعاع صفراً ثم يفض الى ان تبلغ شعاع الشمس لمعاناً والامر ظاهر اذ ذاك ان لنا من الشعاع نوعين شعاع حرارة مظلمة لا نشعر بها العين وشعاع نور وهي التي نشعر بها حاسة البصر

(٨١) لا يظن احد ان النور مادة خارجة من الجسم النير مدفوعة مثل القنبلة من المدفع على سرعة ١٨٦.٠٠ ميل كل ثانية بل انما شعاع النور تدخل الى العين كما يدخل الصوت الى الاذن وقد تقدم ان ذلك يتموج الهواء اي عندما نسمع صوت مدفع مثلاً لا يظن ان دقائق الهواء تجري من المدفع الى الاذن

بل تلك تعمل بالنبي بحاسها وتلك بالنبي بحاسها وتنقل الحركة
من واحدة الى أخرى حتى ينتهي التموج الى الادب وعلى هذا
السبق المادة المتموجة التي يتساو بين الجسم البير تتحرك متموجة
من دقيقة الى أخرى حتى ينتهي التموج الى العين كما انصح في
العملية ٢٥١ مرة ٥ وهذا التموج اي تموج المادة البيرة يقتضي
لها وقت كما رأينا ان تموج الهواء للسمع يقتضي له وقت غير ان
تموج الور اسرع جداً من تموج الصوت اي الصوت يمر على نحو
١١٠٠ قدم كل ثانية والور يمر على نحو ١٨٦٠٠٠ ميل كل



ثانية ويقتضي للور ثمانى دقائق لكي
يمر على المسافة بينا وبين الشمس
التي هي نحو ٩٢ الف الف ميل
فلو انطعمت الشمس محارة لما شعرا نحن
باطعامها حتى بعد ثمانى دقائق وعندما
نرى الشمس طالعة فوق الافق تكون
قد طلعت بالحقيقة ثمانى دقائق

(٨٢) ان اول من عين سرعة

حركة تموجات الور هو ريو مراكبي
الدائم مركب وذلك على مس المدا
الذي هو تعيين سرعة الصوت اي
ملاحظة لمعان مدفع تم المدة المارة

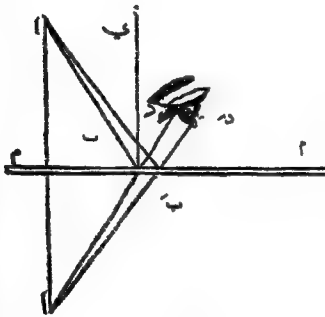
بين ذلك واستماع صوته فلو عرفت لحظة حدوث حادثة طبيعية
 تم عيئت لحظة ظهورها للطول لعرفت المدة اللازمة لمرور النور من
 موقعها الى موقعك والعلكي المذكور استخدم لذلك كسوفات
 اقمار المشتري لان قمر المشتري الاول يمر في ظل السيارة كل ٤٢
 س ٢٨ ٦ ث ولو وصل النور من هناك اليها بالتحال لرأيا
 تلك الحادثة في لحظة حدوثها ووجد روبرا ان اذا كانت الارض
 على اعظم بعدها عن المشتري تاخر الكسوف ١٦ د ٢٦ ث
 لتكن ا المشتري (شكل ٢٩) و س الشمس فتكون
 الارض اة الى المشتري عند وجودها في ج وعلى اعظم
 بعدها ء ء س تكون في د وكسوف قمر المشتري ف اي
 دحولة في ط السيارة تاخر عندما تكون الارض في د ١٦ د
 ٢٦ ث عر اوقت الخفي اي يقتضي للنور ١٦ د ٢٦ ث لكي
 يمر على قطار الارض ومن ثم حسب سرعة النور نحو ١٨٦.٠٠٠
 كل ثانية

(٢) اربكاس النور

اذا و شعاع النور على سطح مستوي مصقول تنعكس على
 قاعدة انه الصوت (انظر مره ٥٤) اي راوية الانعكاس
 تعدل رار لوقوع
 ادا ر جسم يترامام مرآة بسيطة ترى صورة ذلك الجسم

خلف المرآة مع انه ليست هناك صورة حقيقية ولكن الشعاع التي
تنتهي الى العين من سطح المرآة تفعل فيها مثل ما كانت تفعل
صورة حقيقية خلف المرآة وبناء على ذلك سُميت تلك الصورة
وهي حقيقية لانها غير موجودة حقيقية وتفعل كأنها موجودة وذلك
يتضح من شكل ٤٠

لنفرض ١ نقطة نيرة واقعة منها الشعاع اب اب
على المرآة البسيطة م م وهي تنعكس الى العين على جهة ب
د ب د



اي اب ي = ي ب د
واذا أخرج دب دب
على استقامتها الى خلف
المرآة يلتقيان في آ اي
على نفس المسافة خلف
المرآة التي كانت اعليها
امامها فيظهر للناظر ان
تلك الشعاع خرجت من

شكل ٤٠

آ وتكون الصورة خلف المرآة على البعد والوضع اللذين كانت
الحقيقة عليها امامها واذا وقفت امام مرآة ترى صورتك خلفها
على بعدك امامها واذا قربت تقرب واذا بعدت تبعد غير ان
يمينك هي شمال الصورة وشمالك هي يمين الصورة

ان لم يكن سطح المرآة بسيطاً مستوياً تتغير هيئة الصورة كما اذا نظرت الى صورتك في بلبوس ثرمومترها صغيرة مستورة منجذبة ملتوية وصورة المحل صغيرة والاقسام البعيدة منها صغيرة جداً

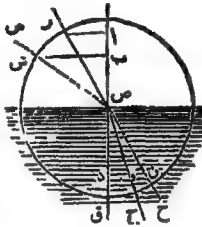
واذا اخذت مرآتين مقعرتين كما في شكل ٢٩ ووضعت جسماً حامياً في محترق احدها وبذلك في محترق الاخرى تشعر بالحرارة اي الاشعة من الجسم الحامي بعد وقوعها على سطح المرآة المقعرة بقربه تنعكس على خطوط متوازية حتى تصيب المرآة الاخرى وبها تجتمع الى نقطة محترقها فكأن النار مضطربة في محترق الاولى وصورتها مكوّنة في محترق الاخرى غير ان هذه الصورة حقيقية الفعل

(٨٤) انكسار النور والتواء النور

العملية السابعة والاربعون . ضع في طست فارغ قطعة معاملة مثلاً او حصاة وحكم عينك وانت واقف بجانب بحيث تخفي القطعة او الحصاة عن نظرك وراء جانب الطست ثم كلف احداً بان يسب ماء في الطست وانت ثابت موضعك فقبلما يمتلئ الطست ماء تظهر القطعة او الحصاة لعينك كأن قعر الطست قد ارتفع وقل عمقه وسبب ذلك انكسار الشعاع الخارج من القطعة بعد خروجه من الماء ودخوله الهواء . والشعاع الواقع

في الماء موروباً يصير اقل ورباً والخارج من الماء الى الهواء
يزيد وروباً

ليكن ق شكل ٤١ موقع الحصة قبل امتلاء الطست

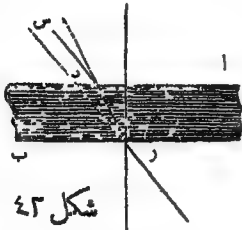


شكل ٤١

و ر موقع العين والحصة محجوبة عن
النظر بواسطة جدار الطست ثم
عند صب الماء في الطست ينكسر
الشعاع ق ص عند خروجه
من الماء الى الهواء الى جهة ص ر
فتظهر القطعة عند ن اي على
استقامة ر ص

قاعدة

الاشعة المارة من مادة أल्प الى مادة أكثف تنكسر نحو
العمودية والمارة من مادة أكثف الى مادة أल्प تنكسر عن
العمودية



شكل ٤٢

لتكن ا ب قطعة زجاج
صاف وليدخلها من الهواء
الشعاع س د فعند دخوله
الزجاج ينكسر نحو العمودية اي
الى جهة د ر ثم عند خروجه

من الزجاج الى الهواء ايضا ينكسر عن العمودية و يعود الى موازاة
س د . هذا اذا كان الزجاج ذا سطوح مستوية متوازية
ثم لنفرض شكل الزجاج منشورا مثلث السطوح كما في شكل ٤٢

وليضع على احد سطوحه الشعاع دي فعوضا عن المرور بالاستقامة
الى ف ينكسر نحو العمودية على السطح ف
الذي وقع عليه اي الى جهة ي م وعند
خروجه من الزجاج عند م ينكسر عن



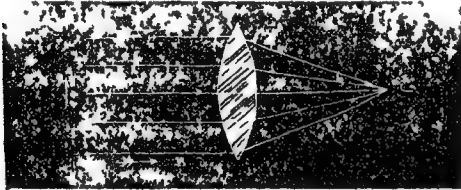
العمودية على سطح م الى جهة م ر اي
اذا مر شعاع في منشور مثلث السطوح او على شكل اسفين ينكسر
ذلك الشعاع نحو قاعدة الاسفين عند و لوجه وعند خروجه

(٨٥) العدسيات وفتلها

العدسيات ك لا ذ د ب ا
مصطنعة من
مادة شفافة مثل
الزجاج او البلور
شكل ٤٤

وتصنع على هيئات مختلفة حسب الغرض المطلوب منها وفي شكل
٤٤ الاشكال الغالبة (١) عدسية محدبة السطحين و ب بسيطة
محدبة و د هلالية او محدبة مقعرة و ذ مقعرة السطحين و لا
بسيطة مقعرة و ك مختلفة الانحناء ومن هن ا ب د تجميع اشعة

النور و ذلا ك تفرقها وإذا وقع قلم اشعة على عدسية محدبة
الوجهين كما في شكل ٤٥ أي كان الجسم البير من جهة ا فعند
وقوع الاشعة على العدسية تنكسر نحو المخط العمودي وتُجمع عند



نور
٤٥

ف في نقطة واحدة وإذا وضعت يدك في تلك النقطة تحترق او
قطعة قرطاس تشعل وإذا وضعت على جانب عدسية قديلاً وعلى
الجانب الآخر قطعة قرطاس مرّيت كلاً منهما على البعد المناسب
عن العدسية ترى على القرطاس صورة القنديل مقلوبة وإذا
وضعت وجهك موضع القنديل يتصوّر على القرطاس مقلوباً
وهذا ما يصعّد المصوّر بالموتوكرافية أي عدّة علة مطبوعة نصباغ
اسود في جاسب منها عدسية محدبة السطحين وفي وسطها لوح زجاج
مخشن (شكل ٤٦) د و وإذا اراد ان يصوّر شيئاً بوجه العدسية
نحو ذلك الشئ ويجعلها حتى تقع صورة الشئ بالوضوح على اللوح



د و ثم يرفع اللوح ويضع موضعه قطعة
قرطاس معدودة للفوتوكرافية أي عليها
مواد يفعل بها النور اذا وقع عليها والصورة

واقعة على القرطاس تماماً وكل نقطة يقع عليها شكل ٤٦

النور تغير وما لا يقع عليه النور يبقى على حاله فتصوّر الصورة
على القرطاس غير ان اقسام الشج النيرة تكون مظلمة والمظلمة
نيرة ولذلك سُميت هذه الصورة سلبية ومن هذه السلبية تؤخذ
الصورة اليجابية الحقيقية

(٨٦) البلورات المعظمة

العنسية المحدبة الوجهين تعظم الشج المنظور اليه بواسطتها
كما يعلم كل من استعمل العوينات المناسبة للاشياخ غير ان
يفتضي ان يكون الشج قريباً ولا نستطيع ان تعظم القمر او سياراً
من السيارات بهذه الواسطة ولا تبديل للنظر الى الاشباح الارضية
البعيدة ويفتضي لتعظيم صورة شج بعيد ان تستعمل عدستين
الواحدة كبيرة تكون صورة الشج البعيد كالقمر مثلاً والاخرى
اصغر تعظم تلك الصورة واذا تركت عدسات على هذه الكيفية
في انوبة مناسبة فلك نظارة للنظر الى المرميات البعيدة اي
تلسكوب وتوضع في انايب مسودة بواطنها لاجل منع دخول
كل نور اليها الا من الشج المنظور اليه

(٨٧) النور الابيض مؤلف من امتزاج اشعة

مختلفة الالوان وكل لون يختلف عن غيره في مقدار
انكساره بواسطة المنشور

اذا مرّ النور الابيض في منشور مثلث السطوح بنخل الى
سبعة الوان وهي احمر وبرطقالي واصفر واخضر وازرق ونيلي
وبنفسجي ومن هذه الالوان



الاحمر ينكسر اقل من الجميع والبنفسجي اكثر من الجميع كما
تري في شكل ٤٧ وهذا الحل تراه في كل نقطة من النداء وفي
الجواهر والبلورات وقوس قزح هومن حل النور يمرور في نقط
المطر الساقط ولذلك لا تراه الا مستقبلاً للشمس والمطر ساقط
وهذه الحقيقة اي كون النور الابيض مركباً من اشعة ذات الوان
مختلفة كشفها اولاً سراسحاق نيوتون وتستطيع ان تحقق ذلك
اذا ادخلت النور من شبك مغلق في دفتيه ثقب صغير يدخل منه
النور وسائر الحل مظلم ولير ذلك النور في منشور فيكون عمود
من الالوان السبعة المذكورة آنفاً وذلك العمود سمي الطيف
الشمسي او السبكتروم وبناء على هذه المبادي اصطنعت الآلة
المسماة السبكتروسكوب لاجل حل النور الخارج من اي جسم كان
نيراً وفحصوا واذا نظر الى الطيف الشمسي بهذه الآلة ترى فيه
خطوط سود نقطعة معارضة كشفها اولاً الدكتور ولستون

الانكليزي ثم درسها وعيَّنها المعلم فراونهوفر الالماني وسُيِّمت خطوط فراونهوفر نسبة اليه ولها معانٍ معتبرة لا نستطيع ان نلتفت اليها في هذا المختصر

(٨٨) خلاصة ما استفدناه مما تقدم من جهة

النور والحرارة

ان الاجسام الحامية في اول الامر تدفع اشعة مظلمة ومتى ارتفعت درجة الحرارة تصير نيرة وتشعر بها حاسة البصر وتندفع وتنعكس عن السطوح المصقولة بل ينعكس بعضها عن كل سطح وقعت عليه واذا مرَّت في الماء او في الزجاج تنكسر واذا مرَّت في منشور تنكسر نحو قاعدة المنشور ويغلُّ النور الى سبعة الوان والعديسات بكون صور المرئيات واذا نظر الى تلك الصور بعديسة اخرى تعظمها فذاك المكسكوب اذا صُنِع للنظر الى ما هو قريب جداً وصغير جداً وتلسكوب اذا صُنِع للنظر الى ما هو بعيد

(٨٩) قد تقدم ان بين النور والصوت مشابهة وان الجسم الحامي ذو نشاط والصوت يستلزم جسماً مرتجاً ومادة توصل ارتجاجات المرنج والجسم الحامي دفاعة في حالة الارتجاج السريع جداً جداً وكما ان ارتجاج الجسم المصوت يحدث لغطاً يصيب آلة السمع فيشعر بصوت هكذا الجسم الحامي يحدث نوراً يصيب

آلة البصر والجسم القابل الارتجاج يُرَجُّ بواسطة الطرق وإذا
 طرق مطرقة جرس جانب الجرس فهي قبل الطرق جسم متحرك
 ذو نشاط وواصل نشاطه الى الجرس فجعله يرتجج اي عمل شغلاً
 ونشاط المطرقة عند ما طرقت الجرس لم يمت بل اقل الى
 الجرس

ثم لنفرض ان ضربة المطرقة وقعت على قطعة رصاص على
 سندان الحداد عوضاً عن الجرس فلا نسمع ارتجاجاً مثل صوت
 الجرس بل لغطاً ميتاً فقط اي نشاط المطرقة المتحركة لم يحدث
 ارتجاجاً فابن ذهب . هل مات . كلاً . لم يتحول الى ارتجاجات
 مثل ارتجاجات الجرس بل تحول الى حرارة والرصاص المطروق
 حي وصارت كل دقائقه ترتجج ولكن على كيفية غير كيفية ارتجاج
 الجرس وان تكرر الطرق بما يكفي يصهر الرصاص بالحرارة المتولدة
 منه اي النشاط الظاهر في الجسم المتحرك يتحول الى حرارة وفي
 النشاط الظاهر يتحرك الجسم كله من موضع الى آخر وفي الحرارة
 تتحرك دقائق الجسم حركة خطرانية سريعة جداً بدون ان
 يتغير موضع الجسم كله وفي الآلة البخارية التي تعمل شغلاً يعدل
 شغل الف راس خيل مثلاً الفاعل التشغيل هو النار اي نشاط
 الحرارة غير الظاهر يتحول الى نشاط ظاهر اي نشاط الحرارة
 تحول الماء بخاراً ونشاط البخار يحرك الآلة ومن هذه الامثلة
 والقياسات نرى ان النشاط الظاهر يتحول الى نشاط غير ظاهر

اي حرارة وبالعكس الحرارة اي النشاط غير الظاهر يقول الى
نشاط ظاهر

الفصل الثاني عشر

في المواد المكهربة

(٩٠) قد لوحظ منذ أكثر من ألفين سنة انه اذا دُلكت
قطعة كهرباء بقطعة حرير تجذب الى نفسها اجساماً خفيفة فسُبيت
المادة الكهربية ثم لوحظ منذ نحو ٢٠٠ سنة ان الكبريت وتمتع
النختم والزجاج لها هذه الخاصية نفسها مثل الكهرباء
العملية الثامنة والاربعون . خذ قضيباً معدنياً حديثاً او
اونحاساً او قصديراً او ذهباً او فضة مقبض زجاجي او قضيب
زجاج مغروزي طرفٍ منه وادلك الزجاج بقطعة حرير وليكن
القضيب والحرير جافين الى التمام فبعد ذلك قليلاً ترى الزجاج
يجذب الى نفسه قطعاً خفيفة من الفرطاس او الريش او الشعر
ولكن في الموضع منه المدلوك فقط اي هذه الخاصية لا تمتد الى كل سطح
الزجاج بل يُحصَر في القسم المدلوك منه . ثم اذا قربت القضيب
المعدني الى آلة كهربائية تجده قد اكتسب الخاصية المشار اليها
نفسها اي يجذب الى نفسه مواد خفيفة ولكن خلاف الزجاج ترى

كل قسم منه لث هذه الخاصية اي مدت الى كل جزء من القضيب ولم تنحصر في قسم منه . اي الفعل الكهربائي مد على كل سطح المعدن ولم يمد على كل سطح الزجاج بل انحصرت في القسم المدلوك منه وبناء على هذه الخاصية انقسمت المواد من حيثية الكهرباء الى موصلة وغير موصلة ومن المواد الموصلة الفهم والحوامض والاملاح القابلة الذوبان في الماء والماء واجساد الحيوان وافضلها المعادن . واما غير الموصلة فهما الكاوتشوك والهواء الجاف والحرير والزجاج والشمع والكبريت والكهرباء واللك

في كل معاملة بالمادة الكهربائية يقتضي ان نحيطها بمواد غير موصلة لها لئلا تفلت منا ونخسرها فيقتضي ان يكون الهواء جافاً وان يكون الجسم المكهرب موضوعاً على زجاج لكونه غير موصل للكهربائية

(٩١) الكهرباء نوعان ايجابية وسلبية او زجاجي

وشمعي اوراينجي

العملية التاسعة والاربعون . علق كرة من لب الاقطي شكل ٤٨ او من الفلين براس قضيب زجاج بواسطة خيط حرير ثم ادلك قضيب زجاج بقطعة حرير والمس الكرة المشار اليها



بالنضيب فهو يعطي كهر بائنة
للكرة وتلك الكهر بائنة لاسيل
لها الى الانفلات بسبب خيط
الحبر الذي هو غير موصل كما
عرفت واذا كان الهواء جافاً
يحيط بالكرة مواد غير موصولة
ثم بعد لحظة ترى ان النضيب لا
يعود يجذب الكرة اليه بل

يدفعها عنه . ثم ادلك قضيب من شمع الختم بقطعة شكل ٤٨
صوف حامية جافة وادنو من الكرة فترى انه يجذبها الى نفسه اي
ما دفعة الزجاج يجذب الشمع ولو عكست ترتيب العبادة ولمست
الكرة اولاً بالشمع لدفعها بعد لحظة ثم جذبها الزجاج

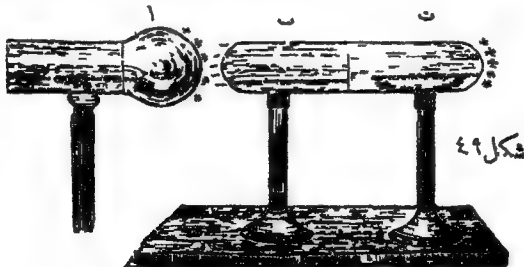
ولنا ما تقدم ان الكهر بائنة نوعان نوع يحصل من الزجاج
المهيج بالدلك ونوع يحصل من الشمع المهيج بالدلك . وظهر من
العملية السابقة ان الاجسام التي كهر بائنتها من نوع واحد يدفع
بعضها بعضاً وان الاجسام التي كهر بائنتها مختلفة نوعاً يجذب
بعضها بعضاً

(٩٢) هذان النوعان موجودان متآفي اجسام

غير مهيجة

كل جسم حاوي كمية من هذين النوعين معا وقيل انها
 ممزوجان في كل جسم غير مهيج وان التهييج انما هو فصل احد
 النوعين عن الآخر واذا دلكتنا قطعة شمع بالصوف يفصل بين
 النوعين وبقى واحد منها في الشمع والآخر في الصوف واذا دلكتنا
 قطعة زجاج بالحرير نفرق بين النوعين وبقى الواحد في الزجاج
 والآخر في الحرير وهكذا كلما تهيج الكهر بائية بالدلك ولا يهيج
 النوع الواحد بدون تهيج من النوع الآخر اعني لا يكون
 الكهر بائية بل انما يفصل بين نوعيهما وقد سمي النوع الحاصل
 من ذلك الزجاج بالحرير ايجابيا وزجاجيا والحاصل من ذلك
 الشمع بالصوف سلبيا او شمعيًا او راتنجيًا وذاك لاجل التمييز فقط
 ٩٣ تهيج الكهر بائية بالمجاورة او فعل المواد
 المهيجة بغير المهيجة

ليكن ا شكل ٤٩ كرة نحاسية مجوفة متصلة باسطوانة نحاسية



قائمة على قضيب زجاج حتى لا يفلت شيء من كهربائية ا
ولكن ب و ت وعائين من نحاس متصلين قائمين على
زجاج ايضا لاجل حصر كهربائيتها ولنفرض ان ا قد تكرب
من آلة كهربائية وان كهربائيتها ايجابية فاذا تقرت ا الى ب
وت فتجذب الكهربية السلبية في ب وت فينصل بين النوعين
فتكون كهربائية ب و ت سلبية من طرف وإيجابية من الطرف
الآخر

ثم ا بعدت عن ب وانعد ب عن ا فتكون قد جمعنا ايجابية
في ت وسلبية في ب وتنقى ا على حالها اي استخدمنا كهربائية
ا لاجل الفصل بين نوعي كهربائية ب و ت وبقيت قوة ا
على حالها وهذه الطريقة سميت نهيج الكهرباء بالمجاورة او بالحل

(٩٤) الشرارة الكهربائية

ثم قرب ت و ب الى ا تدريجاً فعندما يكاد احدهما
يلامس الآخر ولم يبق بينهما الا فاصل رقيق من الهواء الكروي
تغلب جاذبيتها البعد الناصل ويغدان فجأة ويكونان شرارة
نار عند اتحادهما فتكون ا قد خسرت بعض كهربائيتها الايجابية
و ب خسرت كل كهربائيتها السلبية ثم اذا ابعدنا ب و ت
عن ا تنفى الايجابية في ت بل زادت كان بعض كهربائية ا
ذهبت الى ت اي كسبت ت ما خسرت ا

العملية الخمسون . شكل ٥٠ صورة آلة سميت الكترولسكوب
رق الذهب والغرض منها الدلالة على حضور كهربائية مهيمة .
قرب اليها كرة جرة ليدن (وسوف يأتي ذكرها) بعد تهيئتها بآلة



كهربائية فتتبع الكهربية في قطعتي رق الذهب
داخل القنبنة وتدفع احدها الاخرى كما ترى في
الشكل وفي ايجاز النوع

ثم ادن اليها راس قضيب زجاج مهيج
ايجازاً فتبعد قطعنا الرق اكثر احدها عن شكل ٥٠

الاخرى لان الزجاج يحمل كهربائية كرة الالكترولسكوب وباخذ
السليية لنفسه وتبقى الايجازية زائدة الفعل . ثم ادن من كرة
الالكترولسكوب قضيب شع الختم مهيماً سليماً فتنبط قطعنا
الرق وتلتصق احدها بالاخرى وذلك لان كهربائية الشع السليية
حلت كهربائية كرة الآلة واخذت الايجازية وابقت السليية في
قطعتي رق الذهب وكانت كهربائيتها ايجازية وابطلها السليية
فنبطنا

تنبيه : في كل هذه العمليات يقتضي ان تكون كل
القنبينات والمحامل الزجاجية وجرة ليدن والآلات الكهربائية
كلها جافة دافية واذا كان الهواء المحيط بهارطياً كثير البخار المائي
لا تصح احدى العمليات بالكهربائية

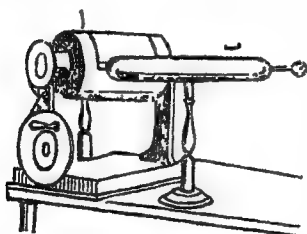
العملية الحادية والخمسون . خذ كرة نحاسية مجهزة محصورة

على قضيب زجاج وادنىها الى آلة كهربائية مشغلة فترى شرارة
 ضعيفة تنقل من الآلة الى الكرة ثم من جانب الكرة المستقبل
 الآلة باصبعك فترى الشرارة زادت لمعانا وقوة . وهذا ايضا
 لما قلناه أنفاً بخصوص سبب الشرارة . اي كهربائية الآلة الايجابية
 تجذب الى نفسها كهربائية الكرة السلبية وتطرد الايجابية الى ابعد
 ما يمكن اي الى الجانب من الكرة المستقبل الآلة ولكون الكرة
 محصورة لا تطرد الى ابعد من ذلك اذ لا سبيل لها للانفلات عن
 الكرة ولا يفرق بين النوعين الا قليلاً فتكون الشرارة ضعيفة كما
 مر ثم عند مسك الكرة طردت كهربائيتها الايجابية الى جسمك
 ومن جسمك الى الارض فأبعد نوع عن نوع وقويت الشرارة
 (٩٢) فعل الكرة وفعل جسم مرأس بالكهربائية

اذا ادنيت كرة معدنية الى آلة كهربائية او طرف اصبعك
 تتر الشرارات الى الكرة او الى اصبعك ومن ثم الى الارض وتشعر
 عند مرور كل شرارة بالهزة الكهربائية وتلك الشرارة شبيهة بلعان
 البرق وهي بالحقيقة برق خفيف واذا ضربت صاعقة احداً فذلك
 مرور جانب كبير من كهربائية الغيم به واول من اثبت ذاتية
 البرق والكهربائية هو بنيامين فرانكلين الفيلسوف الاميركاني
 والشرق بينهما في الشدة فقط اذ يكون طول وميض البرق اميالا
 وطول الشرارة قيراطا او بعض الترابط

ثم عوضاً عن اصبعك او عن كرة مستديرة خذ يدك شريطة معدنية مرآسة ومدها نحو آلة كهربائية مشغلة فترى انك لا تحصل على شرارة ولا واحدة مما شغلت الآلة وذلك لان الجسم المرأس يجذب الكهر بائية بسرعة حالما تنهيج ولا سبيل لتجميعها فلا تكون شرارة وعلى هذا البناء تتركب القضبان المعدنية المرآسة على الابنية لاجل توقيئها من بروق السماء اي من الصواعق ويقتضي ان تكون مرآسة من اعلاها وان تعلو البناء عدة اقدام وان تكون متصلة بالارض بواسطة قضبان او شرائط معدنية حتى اذا جذبت الكهر بائية من الغيم تدريجاً يكون لها سبيل للانصراف الى الارض وان لم يكن طرف قضيب الصاعقة مرأساً يضر عوضاً عن النع

(٩٢) تركيب الآلة الكهربية شكل ٥١



الآلة الكهربية
غرضها تجميع الكهربية
بالدلك وهي على هيئة
شقي بين بسيطة ومشتبكة
غير ان اجل اقسامها

هي اسطوانة زجاجية مثل ا شكل ٥١ او قرص وتدار بسرعة بواسطة دولاب وركبة وراءها مدلكة من الجلد الناعم محشية شعراً

مكسية ملفاً مركباً من قصدير جزء واحد وزنك جزء واحد و يبق ستة اجزاء وهذه المدلكة محصورة بوضعها على راس قضيب من الزجاج وعلى الجانب الآخر من الاسطوانة الزجاجية اسطوانة معدنية ب ذات اسنان مرآسة مثل اسنان المشط تتوجه نحو الاسطوانة الزجاجية وتسمى الموصل الاول . ثم اذا وصل بين الارض والمدلكة بشرط معدني وأدبرت الاسطوانة بسرعة تنهيج كهربائيتها الايجابية وتنهيج السلبية في المدلكة وهي تنصرف الى الارض على الشرط المعدني المشار اليه وتنفرد واما الايجابية على الزجاج فتجذبها اسنان المشط الى الموصل الاول وهو محصور بوضعه على قضيب زجاج حتى لا تفلت منه الكهربية فتجتمع عليه الكهربية الايجابية واذا ادنيت اصبعك منه تمر منه اليها شرارة وتشعر بالهزة الكهربية . اي الكهربية الايجابية في الموصل تحمل كهربية اصبعك وتجذب السلبية الى نفسها وتطرده الايجابية فتتنصرف الى الارض من رجلك ثم يتجدد النوعان بشاردة . ولو وجهت نحو الموصل الاول قضيباً معدنياً مرآساً لما ظهرت شرارة للسبب المذكور آنفاً

(٩٤) جرة ليدن او قنينة ليدن

هي منسوبة الى مدرسة ليدن الكلية في هولاندا اخترعت سنة ١٧٤٥ وغرضها جمع مقدار وافر من الكهربية وهي قنينة

مبطنة برق الصدر مكسوة به ايضاً الى فوق قيراط من اعلاها
وفي وسط سدادتها قضيب نحاس ذو كرة كما في شكل ٥٢



والقضيب متصل ببطانة القنينة وإذا قربت
الكرة الى الموصل الاول من الآلة الكهربائية
تتعبأ الكهرباء في القنينة وإذا لمست خارجها
بالكرة ١ من شكل ٥٢ وكرة القنينة بالكرة
الآخري ب من شكل ٥٢ تمر الكهرباء من داخلها
الى خارجها وتنصرف الى الارض ان لم تكن

محصورة ومقبض المطلق (شكل ٥٢) محصور شكل ٥٢



عند ت بقضيب زجاج وإذا وضعت قرطاس على
كرة القنينة ثم أطلقتها بالمطلق ثقب الشرارة القرطاس
ومحيط الثقب نالتي الى الجهتين كأن المادة مرت
من الداخل الى الخارج ومن الخارج الى الداخل معاً
عند ما تتعبأ الكهرباء الايجابية داخل القنينة

تخل كهربائية خارجها وتطرد الايجابية الى الارض شكل ٥٢
وتبقى السلبية وكان النوعان يتحدان لولا الزجاج المانع ذلك
الفاصل بينها وإذا تمسك عدة اشخاص بيديهم بيد الشخص
في طرف واحد من الحلقة متصلة بخارج القنينة ثم لمس الشخص
الذي في الطرف الآخر كرة القنينة المعبأة يشعر الجميع بالهزة
الكهربائية. وإذا اتصلت عدة من قنينات ليدن بواسطة سلسلة

معدنية مارة بين كراتها تصبح كأنها قنبلة واحدة كبيرة وسُميت
حينئذ بطارية كهربائية

(٩٥) نشاط المواد المتكهربة

الأمراض ظاهرة من هجوم نوعي الكهرباء أحدها على الآخر
وأحداثهما صوتاً وحرارة أن لها نشاطاً ولمعة الشرارة الكهربائية
قد وجدها وهينستون تدوم ... من الثانية وسرعة حركة
الكهربائية ٢٨٨٠٠٠ ميل في الثانية أي هي أسرع من حركة
النور وعند إطلاق جرة ليدين يقول ذلك النشاط الذي تُسميه
كهربائية إلى نشاط آخر يُسميه نوراً وحرارة

وبما أن للكهربائية نشاطاً فلا بد من نشاط لتفسيحها وعند
ما تصرف نشاطك في إدارة الآلة الكهربائية ترى أن نهيج نشاط
بقتضي له نشاط أي أنه غير ممكن في الطبيعة أن تحصل على نشاط
فعال بدون صرف نشاط فعال وعندما يتخذ نوعا الكهرباء لا
يضع نشاط بل يتحول من هيئة الكهرباء إلى هيئة النور والحرارة
ولمعان البرق هو من قبل احتواء مواد الهواء الكروي إلى درجة
الاشتعال ولو استطعنا أن نحل ذلك اللعاب بواسطة
السيكتروسكوب لعرفنا طبيعة تلك المواد المشتعلة الكيميائية
التي مرت بها الكهرباء

(٩٦) الكهرباء المتحركة والمجاري الكهربائية

قد تقدم غره ٩٢ انك اذا ادنيت موصلاً رأساً من آلة
كهربائية مشغلة يجري منها اليه ومنه الى جسدك ومن جسدك



شكل ٥٤

الى الارض يجري كهربائي يدوم ما دامت
الآلة مشغلة ولنا طريقة أخرى افضل
من الآلة الكهربية لاجل الحصول على
مجري كهربائي دائم سُميت البطارية الكلفائية
نسبة الى فولتا وهو فيلسوف ايطالياني .
وضع اقراصاً من نحاس وزنك وجوخ مبلول
بحامض على شكل عمود كما في شكل ٥٤ اي

قرص نحاس ثم قرص زنك ثم جوخ مبلول فيجري مجري دائم من
النحاس الى الزنك الى الجوخ ومن الزنك في اعلى
العمود بواسطة شريط موصل الى النحاس في اسفله
ثم عوض عن هذا العمود بعدة كؤوس غمس في كل
واحدة منها قطعة نحاس وقطعة زنك كما في شكل ٥٥ شكل ٥٥



ثم اوصل بين الكؤوس ولك من ذلك بطارية كلفائية نسبة
الى كلفاني معلم التشرىح في مدرسة بولونيا سنة ١٧٨٦ لاحظ ^{تجريب}
الكهربائية بواسطة معدنين قبل فولتا المشار اليه آنفاً

(٩٧) بطارية كروث

منذ عصر فولتا الى الان اخترعت انواع شتى من البطاريات

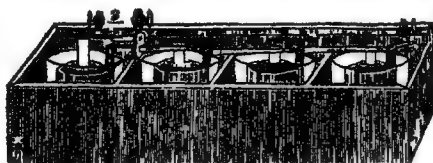
الكلفانية واسمها الان بطارية كروف المذكور في نمرة ٢٤ من

الجزء الثاني

صفحة ٢٢ وهي

مرسومة في

شكل ٥٦

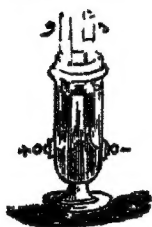


شكل ٥٦

ونألفت من

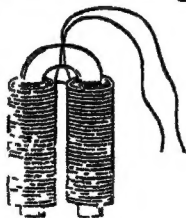
وعاء صيني اوزجاجة داخله وعاء فخاري ذو مسامات وبملاء الوعاء
الخارجي حامضاً كبيريتيكاً مخففاً كما ذكر في الكيمياء في الحل المشار
اليه ونغمس فيه زنك واما الوعاء الفخاري فيملاء حامضاً نيتريكاً
ثقيلاً ونغمس فيه قطعة رقيقة من البلاتين عوضاً عن النحاس في
بطارية قولتا ونوصل الكؤوس بعضها ببعض

ثم عند ما تتركب هذه البطارية وتوضع الحوامض في كؤوسها
كما ذكر يدوب الزنك في الحامض الكبيريتيك المخفف ويتولد
غاز الهيدروجين ولكنه لا يفلت على هيئة فقايع بل يتوجه الى
الوعاء الذي فيه الحامض النيتريك وهناك يحل الحامض النيتريك
ويأخذ من اكسجينه لنفسه فيتولد من تركيبها ماء وهكذا يغول
الحامض النيتريك الى حامض نيتروس وهو يصعد على هيئة
دخان اصفر برطقالي ولا يصل الهيدروجين الى البلاتين والحجرى
الكهربائي الايجاني يمر في السيل من الزنك الى البلاتين
العملية الثانية والخمسون . اوصل قطبي بطرية كروف



بالانبوبين الملاتين ماء كما في شكل ٥٧
 فيحل الماء ويظهر الأكسجين عند القطب
 الأيضي أي في الأنبوبة المتصلة ببلاتين
 البطارية والهيدروجين يتجمع في الأنبوبة
 المتصلة بالقطب السلي أي بالزنك وهذا
 من أمثلة نشاط البطارية الكلفانية أي لها
 قوة على حل الماء ولها قوة على حل عدة مائعات مركبة غير الماء
 (٩٨) وللمادة الكهربية فعل آخر وهو أن
 تجعل قطعة حديد لين مغنيطاً

أن حجر المغنطيس الطبيعي يجذب الحديد والفولاذ إلى نفسه
 وللمادة الكهربية تجعل قطعة حديد مغنيطاً ومن ذلك يظهر تعلق
 كلي بين المادة المغنطيسية والكهربية كما يظهر من هذه العملية
 العملية الثالثة والخمسون . لف على قطعة حديد لين



شكل ٥٨

شريط نحاس محصور بحديد كما في
 شكل ٥٨ و ٥٩ وأوصل طرفي
 الشريط بطارية كلفانية فترى
 أن الحديد صار مغنيطاً قوياً
 ويحل بخاذه المغنطية ثقلاً
 عظيماً ولكنه يخسر هذه القوة حال



شكل ٥٩

اتصاله عن البطارية اي هذه القوة

للمحيد اللين ما دامت المادة

الكهربائية جارية حوله

العملية الرابعة والخمسون . علق

بالمغناطيس المشار اليه قطعة فولاذ او

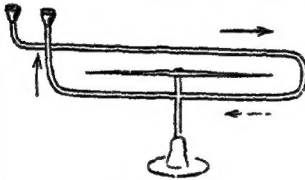
امرر بها المجرى الكهربائي من البطارية

راساً فتكتسب القطعة قوة مغناطيسية ثابتة واذا علقته من وسطها

بخط دقيق بدور طرف منها نحو الشمال ابداً دائماً اذا تركت

لنفسها اي صارت القطعة مثل ابرة الحك المغناطيسي

العملية الخامسة والخمسون . امرر فوق ابرة مغناطيسية



شكل ٦٠

مجرى كهربائي كما في

شكل ٦٠ ترى الابرة

تتحول عن وضعها

الاصلي حتى تصير

عمودية على المجرى اي

توجه شرق غرب عوضاً عن شمال جنوب واذا قطعت المجرى

تعود الابرة الى حالها الاول وهذا العمل يصح وان كانت البطارية

بعيدة عن الابرة او قريبة اليها

(٩٩) التليكراف الكهربائي

بناء على المبدأ المشار اليه اي ان ابرة تتحرك بوصلها ببطارية

وفصلها عنها ولو كان بينها وبين البطارية الوف من الاميال
 اخترع التلكراف الكهربائي لارسال الاخبار تحت البحار اية
 بطارية في الجانب الواحد متصل بواسطة شريط نحاس محصور
 بابرقة في الجانب الآخر وحركات الابرة تدل على الاحرف الانجدية
 حسب اتفاق سابق وتلك الاشارات تقوم مقام كتابة تلك الاحرف
 ولا يسعنا المقام ذكر هذا الامر بالتفصيل فلنحنا الى مدائه فقط
 الخلاصة ان المجرى الكهربائي له قوة على ان يجسي شريطاً
 اذا مر به وان يحمل الماء وغيره من المركبات وان يجعل قطعة
 حديد لين مغنيطاً وقتياً وان يجعل قطعة فولاذ مغنيطاً مستمراً
 وان يحرف الابرة المغنطيسية على اي بعد كان

قد ذكرنا في هذا المختصر بعض الامور من جهة الهوى
 المتحركة اي الاجسام المرتجة والاجسام الحامية والاجسام المتكهربة
 وظهر ما ذكر ان فعلاً او نشاطاً لا يضيع ولكنه قد يتقل من
 جسم الى جسم او تتغير هيئته من حركة ظاهرة الى صوت او الى
 حرارة او الى كهربائية وبالعكس ولكنه لا ينفى ولا يضيع وكما ان
 دقيقة من الهوى لا تنفي بل تتغير هيئاتها هكذا النشاط تتغير هيئته
 ولكنه لا ينفى . ولا يحصل على فعل الا بفعل ولا على قوة الا
 ببذل قوة ولا على نشاط الا بصرف نشاط فتأمل

ثم الجزء الثالث

وبتلوه الجزء الرابع

١٢٦

